

Onderwijskundig Onderzoek

Aanbrengen van basiswiskunde essentieel voor de aansluiting VO-HO

Een docent voor de klas, een student achter de PC of allebei?

**Science Education and Communication
GW-ELAN
Universiteit Twente**

Universiteit van Twente

Student: Don Duizendstra
Studienummer: s0129887
E-mail: h.d.duizendstra@student.utwente.nl;
Date: December 2010



Inhoudsopgave

Voorwoord.....	5
1 Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding.....	8
1.2 Context.....	9
1.3 Probleemstelling.....	9
1.4 Onderzoeksvragen	9
1.5 Leeswijzer	10
2. Theorie.....	11
2.1 Leren van wiskunde.....	11
2.2 Geloof in de eigen competenties.....	12
3. Onderzoeksmethode	17
3.1 Deelnemers	17
3.2 Materiaal en onderzoeksinstrumenten.....	19
4. Procedure.....	21
4.1 Dataverzameling, -verwerking en –analyse	21
5. Aanvullend onderzoek	23
5.1 Inleiding.....	23
5.2 Wisnet op de NLH hogeschool Leeuwarden, Instituut Techniek	23
5.3 MathMatch op Saxion Hogeschool, Academie Lifescience, Engineering & Design	24
6. Resultaten	27
6.1 Digitale toetsen	27
6.2 Schriftelijke vragenlijsten	28
6.3 Overige resultaten uit vragenlijsten:.....	29

7. Conclusies	31
8. Discussie.....	33
9. Referenties	37
9.1 Publicaties.....	37
9.2 Internet sites.....	41
10. Bijlagen.....	45
Bijlage 9.1 Controle groep en experimentele groep	47
Bijlage 9.2 Klassikaal onderwijs.....	49
Bijlage 9.3 Digitaal onderwijs.....	51
Bijlage 9.4 Pré-vragenlijsten (7)	53
Bijlage 9.5 Post-vragenlijsten (4).....	63
Bijlage 9.6 Uitwerking van vragenlijsten in getalwaarden.....	71
Bijlage 9.7 Oefentoetsen	73
Bijlage 9.8 Pré-toets “WIS1 Beginniveau met MathMatch”.....	75
Bijlage 9.9 Post-toets “WIS1 Eindniveau met MathMatch”.....	85
Bijlage 9.10 Huiswerk maken op de computer	95

Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn onderwijskundig onderzoek. Dit onderzoek is uitgevoerd in de weken 19, 21 en 22 in het jaar 2007. Nu meer dan 3 jaar later verschijnt mijn eindrapportage. Toch kan deze rapportage niet worden afgedaan als achterhaald.

De reden voor de wel zeer trage afronding heeft met de student in kwestie te maken. Deze is enthousiast en bevlogen, heeft last van een groot plichtsbesef, vindt het werken met studenten op Saxion in zijn eigen vakgebied zeer boeiend en uitdagend. Ook heeft deze student eigenlijk steeds verkeerde keuzen gemaakt en had hij zijn tijd wat minder aan Saxion en wat meer aan zijn studie moeten besteden.

De begeleider van deze studie is mw. Dr. N.C. Verhoef. Ik ben Nellie buitengewoon dankbaar voor haar nimmer aflatende enthousiasme en steun in dit onderzoek en in de studie, die ik verwacht in dit cursusjaar af te ronden.

Ik ben Nellie en de andere beoordelaars van deze studie dr. F.G.M. Coenders en dr. J.T. van der Veen dankbaar voor het commentaar, dat ik heb mogen ontvangen. Het commentaar heeft mij niet altijd direct dankbaar gemaakt, maar uiteindelijk wordt een onderzoek en het bijbehorende rapport alleen maar beter.

Ik leg nu de laatste hand aan deze rapportage en hoop dat de rapportage voldoende wordt bevonden om dit onderwijskundige onderzoek mee af te sluiten. De waarde van dit onderzoek voor mijzelf en mijn wijze van lesgeven in Saxion van groot belang geweest. Het is een bijzonder genoegen geweest mij te mogen verdiepen in literatuur, die zich richt op de processen, waarop leerlingen en studenten, kennis, vaardigheden en inzicht eigen maken. De studie heeft mij zeker inzicht gegeven in de nieuwe onderwijsvernieuwingen in het algemeen en zoals inmiddels geïmplementeerd op Saxion.

Onderwijsvernieuwing moet! Vaak, ook nu worden onderwijssystemen onvolledig overgenomen, wordt onvoldoende informatie verstrekt en worden oudere onderwijssystemen, direct en geheel afgeschreven. Zonde, want juist een combinatie van oude en nieuwe onderwijssystemen kan zo veel voordelen hebben.



1 Inleiding

Voor u ligt mijn onderwijskundige onderzoek, een verplicht nummer in de studie voor de 1^e graads wiskunde bevoegdheid. Pas aan het einde van een onderzoek, zeker bij een eerste onderzoek in deze materie, weet je pas hoe je het onderzoek had moeten aanpakken en dat je een aantal zaken toch echt anders had moeten en ook willen doen.

Zo is de titel van dit rapport al vreemd! Het eerste deel van de titel 'Aanbrengen van basiswiskunde essentieel voor de aansluiting VO-HO' is natuurlijk volstrekt overbodig. Het is immers een enorme open deur! Het zal toch niemand verbazen dat voor een verdere studie in welk vak dan ook, die toch dient te leiden tot meer kennis en inzicht in dat vak, de basis voor dat vak aanwezig dient te zijn.

Helaas blijkt dat al sinds zo'n slordige 10 jaar, het wiskunde niveau van de 1^e jaars studenten Bouwkunde en Civiele Techniek bij de academie ROB (Ruimtelijke Ontwikkeling en Bouw) van de Saxion hogeschool Enschede is gedaald. Deze daling is zelfs zo groot, dat de aansluiting tussen het voortgezet onderwijs (VO) en het hogere onderwijs (HO) niet meer voldoende aanwezig is.

Het is duidelijk dat voor het aanbrengen van kennis en vaardigheden in hogere wiskunde in het hoger beroepsonderwijs (HBO) een solide basis van basiswiskunde noodzakelijk is. Saxion heeft hierop indertijd adequaat gereageerd door in het 1^e kwartiel van de opleiding Bouwkunde en Civiele Techniek veel aandacht te geven aan basiswiskunde. In feite wordt in snel tempo de basiswiskunde uit het VO herhaald.

Deze aanpak is zeker succesvol gebleken, daar de leerlingen van HAVO (NT, GT) in staat blijken de door beide opleidingen geëiste en ook noodzakelijke kennis en vaardigheden in wiskunde eigen te kunnen maken.

De toegepaste onderwijsmethode waarmee de herhaling en opfrissing van de basiswiskunde werd en wordt uitgevoerd is in de vorm van hoor- en vooral instructiecolleges. Een docent voor de klas, die de wiskunde uitlegt en voordoet en de leerlingen inspireert sommen te maken om daarmee de nieuwe (oude) kennis eigen te maken en vooral ook de vaardigheid in het toepassen van die kennis te vergroten.

Deze onderwijsmethode bestaat al heel lang en heeft ook tot goede resultaten geleid. Absoluut een zegening van de moderne ontwikkelingen in deze tijd, zijn de ontwikkeling van andere onderwijsmethoden. Zo valt te denken aan het opnemen van colleges op video, die naderhand door studenten weer kunnen worden bestudeerd, maar ook aan bijvoorbeeld de digitale oefen- en toetssystemen.

In dit onderwijskundige onderzoek worden de twee bovengenoemde onderwijsmethoden, de traditionele onderwijsmethode waarbij een docent klassikale instructie geeft en de moderne onderwijsmethode, waarbij gebruik wordt gemaakt van een digitaal oefen- en toetssysteem met elkaar vergeleken.

Bij deze vergelijking wordt gekeken naar een aantal verschillende aspecten. Zo wordt gekeken naar de kwaliteit van de beide onderwijsmethoden, waarbij wordt gekeken naar de groei in wiskundige kennis en vaardigheden bij de toepassing van beide onderwijsmethoden. Er wordt ook gekeken naar de ervaring van de student met de beide methoden. Het gemak waarmee studenten kunnen studeren in een onderwijsmethode is van groot belang voor de motivatie van de studenten om met de wiskunde te gaan werken en daarmee dus ook direct van belang op de groei in wiskundige kennis en vaardigheden. Tevens wordt onderzocht of ook uit dit onderzoek volgt, dat de mate van self-efficacy van de studenten van doorslaggevende betekenis is op hun groei in wiskundekennis en –vaardigheden. Een ander belangrijk aspect is, dat er veel verschillende typen leerlingen zijn, die allen op een andere manier studeren of willen studeren. De ene student heeft voorkeur voor de ene methode en de andere student heeft voorkeur voor de andere methode. In dit onderzoek wordt ook hier enige aandacht aan gegeven.

Deze studie is uitgevoerd binnen de faculteit Gedragwetenschappen (GW) van de Universiteit Twente binnen ELAN, het instituut voor Lerarenopleiding, Wetenschaps- en techniekcommunicatie & Onderwijspraktijk, in het kader van de opleiding 1^e graads onderwijsbevoegdheid wiskunde voor het voortgezet onderwijs. Deze studie wordt begeleid door mw. dr. N.C. Verhoef.

1.1 Aanleiding

Op Saxion Hogeschool Enschede wordt zo ongeveer vanaf 2001 gemerkt, kort na de invoering van het tweede fase systeem in 1999, dat het wiskundeniveau van de beginnende 1^e jaars studenten (eindniveau HAVO-NG/NT) aan het afnemen is. Eerder is deze vrees al voorzien en uitgesproken in een publicatie van De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), Strategieplan wiskunde-onderzoek, 12 april 2002 (http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_595BT8). In dit artikel wordt gezegd dat het wiskundeonderzoek aan de Nederlandse Universiteiten onder zware druk staat. De commissie Verruijt sprak in 1997 in de Verkenning "De toekomst van het wiskunde-onderzoek in Nederland" (<http://www.knaw.nl/publicaties/pdf/90000006.pdf>) al zorgen uit over de teruglopende aantallen studenten wiskunde (30%), die zich heeft doorgezet en in 2002 al heeft geleid tot een afname van het aantal professoren wiskunde van 120 naar 90.

Ook in het Nieuw Archief voor Wiskunde wordt in het nummer van maart 2001 door Van Streun bezorgdheid uitgesproken over de situatie in het wiskunde onderwijs en over de ontwikkeling van het Nederlandse wiskunde onderwijs (<http://www.math.leidenuniv.nl/~naw/serie5/deel02/mrt2001/pdf/streun.pdf>). Met name wordt hier ook gesproken over Engeland als afschrikwekkend voorbeeld, waarin 15 jaar geleden al werd overgegaan op een nieuw onderwijssysteem, waarin de individueel-zelfstandig-werken-werkvorm centraal stond en waarin de rol van de docent werd teruggebracht tot begeleider en organisator. De effecten op de kwaliteit van het wiskunde niveau waren desastreus. Er is toch zeker enige gelijkenis te ontdekken tussen dit systeem en ons tweede fase systeem.

In het licht van de genoemde ontwikkelingen is het dan ook niet vreemd, dat de kwaliteit van het wiskunde niveau bij de instromende 1^e jaars studenten aan de Saxion hogeschool al geruime tijd onder de maat is. De op HBO onderwijs voorbereidend opleiding is het HAVO onderwijs, waarbij voor technische studies als Bouwkunde en Civiele Techniek, wiskunde op NT/NG niveau wordt geëist.

Deze vrij intensieve cursus, 6 lessen (45 minuten) wiskunde per week gedurende de eerste 8 weken, werd en wordt gegeven op de gebruikelijke klassikale wijze, waarbij een docent voor de klas staat. De docent geeft gedurende een gedeelte van de les instructie en uitleg, doet een paar sommen voor en zet vervolgens de studenten aan het werk met andere en geleidelijk moeilijker wordende sommen. De docent stimuleert de studenten tot het maken van huiswerk en bespreekt op verzoek, (moeilijke) vraagstukken in een volgende les.

Ook op de universiteiten is gemerkt (Tempelaar, 2007, 8.2 internetsites: Commissie Verruijt, 1997, KNAW/ARW 1999, NWO, 2002), dat het benodigde ingangsniveau wiskunde van VWO-studenten tekort schiet. De universiteiten hebben hierop gereageerd met onder andere het organiseren van zomercursussen (zie 8.2 internetsites: voor referenties).

Uit een publicatie van Van der Schoot blijkt dat het wiskunde/rekenniveau ook op, of juist op de middelbare school behoorlijk is gedaald (<http://www.volkskrant.com/bijlagen/rapportcito.pdf>).

De maatschappij is continu aan het veranderen en het is dan ook niet meer dan logisch dat ook het onderwijs aan veranderingen blootstaat. Met name de nog immer doorgaande ontwikkelingen in computers, de opslag van gegevens en de nog steeds toenemende verwerkingssnelheid van gegevens, geven dat er nu veel meer mogelijkheden zijn voor het overdragen en eigen maken en (zelf) toetsen van kennis en vaardigheden. Zo worden bij verschillende universiteiten al colleges opgenomen en ter beschikking gesteld aan studenten en ook zijn er meerdere digitale oefen- en toetssystemen ontwikkeld. Zo zijn er door meerdere universiteiten en HBO-instellingen digitale oefen- en toetssystemen ontwikkeld, waarmee wiskunde kan worden geleerd, geoefend en getoetst.

De Digitale Universiteit (DU) waarin 10 HBO-instellingen en universiteiten zijn vertegenwoordigd, heeft een digitale leeromgeving ontwikkeld, MathMatch ontwikkeld. In dit onderwijskundige onderzoek is onderzocht of studenten hogere cijfers voor wiskundetoetsen verkrijgen door klassikaal onderwijs, door digitaal onderwijs, of door een combinatie van beide hier tegenover elkaar gestelde onderwijsvormen.

1.2 Context

Dit onderwijskundige onderzoek is uitgevoerd op de Saxion hogeschool Enschede, academie ROB, op 1^e jaars studenten in de opleidingen Bouwkunde en Wiskunde. Het onderzoek is uitgevoerd in het 4e kwartiel, in de weken 19, 21 en 22 in het jaar 2007.

De wiskunde sectie van Saxion, ROB Bouwkunde en Civiele Techniek, heeft een selectie gemaakt van studenten, die na 2 herkansingen van de wiskunde module uit het 1^e kwartiel, deze module nog niet met een voldoende hebben afgesloten.

De geselecteerde studenten zijn ingedeeld in twee groepen, een controlegroep en een experimentgroep. De controlegroep heeft in de onderzoeksperiode klassikaal onderwijs gekregen in basiswiskunde en de experimentgroep heeft onderwijs gekregen in de digitale leeromgeving MathMatch.

Aan de beide groepen is informatie gegeven over dit onderwijskundige onderzoek. De studenten zijn extra aangemoedigd door deelname aan dit onderzoek te waarderen met een extra bonus punt in hun eindcijfer voor de reguliere schriftelijke herkansing van de module wis1 na afloop van dit onderzoek.

Gedurende een periode van 3 weken is 12 uur klassikaal les gegeven aan de controlegroep. De experimentele groep heeft 'verplicht' geoefend met MathMatch gedurende dezelfde periode van 12 uur. Beide groepen zijn gewezen op het belang van het maken van huiswerk. Het huiswerk voor beide groepen was identiek. De controlegroep kreeg een afdruk van een digitale toets en de experiment groep maakte de oefentoets binnen MathMatch.

1.3 Probleemstelling

De maatschappij verandert, kennis en kennisontwikkeling nemen een steeds belangrijkere plaats in, de ICT ontwikkeling biedt vele mogelijkheden in het onderwijs en stelt ook andere eisen aan mensen, mensen veranderen mee en met name de grootste veranderingen zie je in de snelheid van kennisontwikkeling, ontwikkeling van jongeren, sociaal gedrag, interesses etc. Zo lijkt het redelijk en ook logisch, dat ook onderwijsvormen moeten mee veranderen om steeds zo goed mogelijk aan te sluiten op de doelgroep, de leerling en de student en vooral ook het blijven leren en ontwikkelen, het hele leven lang. (zie 8.2 internetsites: voor referenties).

De probleemstelling in dit onderzoek is:

- 1: Is het moderne digitale onderwijs voor de huidige student beter dan klassikaal onderwijs, in die zin, dat met digitaal onderwijs de kennis en vaardigheden in wiskunde meer toenemen dan met klassikaal onderwijs?

1.4 Onderzoeksvragen

In dit onderzoek waarin onderwijs is gegeven in een klassikale en in een digitale vorm staan de volgende vier onderzoeksvragen centraal:

- 1: Is het slagingspercentage voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch hoger bij studenten die onderwijs hebben gekregen met een digitaal onderwijssysteem, dan bij studenten, die onderwijs hebben gekregen met een traditioneel klassikaal onderwijssysteem?
- 2: Is het gemiddelde cijfer voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch hoger bij studenten die onderwijs hebben gekregen met het digitale onderwijssysteem MathMatch, dan bij studenten, die onderwijs hebben gekregen met een traditioneel klassikaal onderwijssysteem?
- 3: Welke vorm van onderwijs, digitaal of klassikaal of een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs, wordt door de huidige student geprefereerd?
- 4: Is de mate van self-efficacy van de student van doorslaggevend belang op zijn/haar resultaten voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch?

1.5 Leeswijzer

De aanleiding van dit onderwijskundige onderzoek, de context waarbinnen het onderzoek heeft plaatsgevonden, de probleemstelling en de onderzoeksvragen staan in hoofdstuk 1. In hoofdstuk 2 volgt een beschrijving van twee didactische visies op grond waarvan wiskunde kan worden onderwezen en wordt nader ingegaan op de wijze, waarop de mens leert en zich ontwikkelt.

In hoofdstuk 3 wordt de gevolgde methode van onderzoek nader beschreven, waarin de deelnemers aan dit onderzoek worden beschreven en waarin het gebruikte materiaal en onderzoeksinstrumenten nader worden toegelicht. Hoofdstuk 4 volgt met een beschrijving van de onderzoeksdata, de verwerking en de analyse van de data.

De resultaten van dit onderzoek worden beschreven in hoofdstuk 5 en de conclusies op de vier onderzoeksvragen staan in hoofdstuk 6

In hoofdstuk 7 volgt een groot aantal kanttekeningen bij dit onderzoek. Deze kanttekeningen zijn ingedeeld in 7 rubrieken. Bij een vervolgonderzoek wordt aanbevolen, deze kanttekeningen te gebruiken als aanbevelingen.

Hoofdstuk 8 geeft een overzicht van de gebruikte referenties.

2. Theorie

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verschillende theorieën op het gebied van het verkrijgen van kennis en vaardigheden en dan met name toegespitst op het wiskundige vlak, daar dit onderzoek zich toespitst op het verkrijgen van kennis en vaardigheden in basiswiskunde. Daarnaast wordt aandacht besteed aan het belang van het geloof in de eigen competenties (belief in self-efficacy). Aan dit belief in self-efficacy wordt een grote rol toegekend in het leer- en ontwikkelingsproces van kennis en vaardigheden. Ook hier wordt begonnen met een algemene beschouwing en wordt daarna toegespitst op wiskunde.

2.1 Leren van wiskunde

Er zijn grofweg twee didactische stromingen met een verschillende visie over het onderwijzen van wiskunde. Verhoef heeft dit duidelijk beschreven in haar onderzoek (Verhoef, 2009 2^e review). In de eerste methode gaat het om abstraheren, oefenen met abstracte problemen en uiteindelijk het geleerde toepassen op praktische problemen. Volgens de tweede methode wordt de omgekeerde weg bewandeld, hier wordt met behulp van eenvoudige praktische toepassingen, de wiskunde geleerd en bewezen. Aansluitend volgt dan een abstracte generalisatie.

Voor de theoretische onderbouwing maar ook voor de plaatsing van dit onderzoek is kennis genomen van de onderzoeksresultaten en de theorie van Piaget (1936, 1937, 1972) in algemene zin en Freudenthal (1973, 1983) in vakspecifieke zin. Met name Piaget en Freudenthal hebben een initiërende en stuwende rol gespeeld in de ontwikkelingen van het onderwijsproces, waarbij de leerling centraal staat. Voor informatie over Piaget en Freudenthal is gebruik gemaakt van internet. Een proefschrift over Freudenthal (Bastide-van Gemert, Sacha La, 2006) geeft veel uitgebreide en waardevolle informatie. Daarnaast is dankbaar gebruik gemaakt van een nog niet gepubliceerd artikel van Verhoef, (Verhoef, 2009 2^e review) waarin wordt ingegaan op de huidige stand van zaken in het geven van onderwijs door docenten en in het ontwerp van het gebruikte onderwijsmateriaal.

Piaget met zijn psychologische achtergrond (professoraat meerdere universiteiten in Zwitserland) beschreef intelligentie en het leerproces van kinderen op wetenschappelijke wijze. Piaget bestudeerde de manier waarop kinderen denken, en observeerde kinderen bij het uitvoeren van eenvoudige opdrachten. Piaget vermoedde dat kinderen over een hoge mate van organisatie en structuur moeten beschikken om zich te kunnen ontwikkelen. In de kindertijd ontwikkelt de cognitieve structuur zich in complexiteit en in vermogen, waardoor het kind steeds complexere problemen kan oplossen.

In de ontwikkeling van de intelligentie onderscheidt Piaget drie processen, adaptatie, assimilatie en accommodatie. Adaptatie staat voor het aannemen en aanpassen (ontwikkeldende cognitieve structuur van een kind in een veranderende omgeving), assimilatie is het aanpassen van de omgeving aan de eigen mogelijkheden door het kind en met accommodatie past het kind zich aan, aan de omgeving en laat het zich hierdoor beïnvloeden. Zo worden met assimilatie nieuwe elementen toegevoegd in bestaande cognitieve structuren en vindt met accommodatie een aanpassing plaats door de nieuw ervaren mogelijkheden van de omgeving. Het proces van aanpassing tussen kind en omgeving, het vinden van een nieuw evenwicht, het equilibratieproces verloopt met het ouder worden steeds sneller.

Piaget onderscheidt 4 ontwikkelingsfasen bij kinderen die in verschillende leeftijdsklassen vallen: Sensomotorische fase tussen 0 en 2 jaar, de preoperationele fase tussen 2 en 6 jaar, de fase van de concrete operaties tussen 6 en 12 jaar en de vierde fase van de formele operaties tussen 12 jaar en volwassenheid.

Deze laatste vierde fase is het hoogste stadium en kan beschikbaar worden vanaf het 12^e of 13^e levensjaar. In deze fase ontwikkelt het vermogen om hypothetisch-deductief te redeneren. Hiermee leert het kind veronderstellingen te maken en te testen en logische conclusies te trekken op basis van de uitkomsten van de veronderstellingen. Met name deze capaciteiten zijn van groot belang voor het functioneren in de samenleving, maar zeker ook voor het leren, begrijpen en toepassen van wiskunde, waarbij abstraheren een belangrijke rol speelt. Piaget stelt dat niet iedereen deze vierde fase van formele operaties zal kunnen bereiken.

Met deze theorie is Piaget de grondlegger van het latere constructivisme. Met name het constructivisme heeft nogal wat consequenties voor het onderwijzen door docenten en voor het volgen van onderwijs door de leerling. De volgende citaten lichten dit toe:

“De kwaliteit van de leerresultaten die studenten boeken, is met name afhankelijk van de kwaliteit van de leeractiviteiten die zij ondernemen” (Vermunt, 1994).

“De effectiviteit van een docent is dus in hoge mate afhankelijk van de manier waarop hij leerzame activiteit van lerenden weet op te roepen en te sturen” (Westhoff, 1996).

Freudenthal (1944, 1973) heeft zich vooral gericht op het onderwijsproces van wiskunde en heeft veel bijgedragen aan de veranderingen van het wiskundeonderwijs in de jaren 1970-1980. Het eerste niet voltooide en niet gepubliceerde didactische werk van Freudenthal “Rekendidactiek” is in de oorlogsjaren geschreven. Het is ook tijdens deze jaren, dat Freudenthal zich meer ging toeleggen op de didactiek van de wiskunde. Het magnum opus van Freudenthal is gepubliceerd in 1973 en bestond voor een groot deel uit een verzameling van publicaties op dit gebied.

Freudenthal bepleitte het geleide herontdekken van wiskunde met nadruk op de menselijke activiteit en een hierop volgende fenomenologische beschrijving. Freudenthal heeft het IOWO (Instituut voor de Ontwikkeling van het Wiskundeonderwijs) geleid. De opdracht van dit instituut was het ontwikkelen van nieuw onderwijs voor wiskunde, het ontwikkelen van methodes om in de klas, wiskunde te laten herontdekken, zoals een grootvader dat met zijn kleinkinderen deed. De naam van het IOWO is later gewijzigd in het Freudenthal Instituut (FI).

Piaget geeft aan dat een kind vanaf 11, 12 jaar in de vierde fase komt van de formele operaties. Vanaf dit moment gaat het kind over de mogelijkheden beschikken, te abstraheren en logische conclusies te trekken. Dit betekent, dat kinderen op het middelbaar onderwijs in staat zijn om wiskunde te kunnen leren en te begrijpen door te abstraheren en daarmee inzicht te verkrijgen. Piaget zegt wel, dat niet elk kind in staat zal zijn om deze 4^e fase te bereiken.

In de eerste van de eerder genoemde twee didactische methoden voor het onderwijzen van wiskunde staat abstractie en inzicht voorop, terwijl in de tweede juist het oefenen en het automatiseren centraal staat. Beide groepen hebben natuurlijk voor-en tegenstanders en er wordt soms een heftige strijd gevoerd. De eerste methode lijkt wiskundig gezien fraaier, juist vanuit de wiskunde, wiskunde leren en vervolgens toepassen op willekeurige praktische problemen. Deze wiskundige aanpak ligt beter bij de meer getalenteerde leerlingen in wiskunde. De minder getalenteerde leerlingen komen vaak niet toe aan het begrip van de abstracte wiskunde, laat staan aan de toepassingen. De minder getalenteerde leerling is juist gebaat bij de uitleg van een eenvoudige praktische toepassing van de wiskunde. De leerling leert, hoe het probleem kan worden opgelost en leert door oefening meerdere problemen op te lossen. Niet alleen krijgt de leerling hier zelfvertrouwen door, maar met de juiste begeleiding komt de leerling ook nog toe aan de volgende fase van het abstraheren.

2.2 Geloof in de eigen competenties

Hoe ontwikkelt de mens zich, hoe leert de mens is een vraag, die de mens al lang bezighoudt. Het is niet alleen een interessante vraag, maar als de processen volgens welke de mens leert worden begrepen, dan kunnen deze processen ook worden geoptimaliseerd, waardoor de mens mogelijk sneller leert nieuwe kennis eigen te maken en onbekende problemen op te lossen door kennis te ontwikkelen. Vergilius (70 BC-19 BC) formuleerde hier al ideeën over en Bandura ontwikkelde een model, waarin het geloof in de eigen competenties een grote rol speelt. Het geloof in de eigen competenties is een onderdeel van het zelfbeeld van mensen.

Zelfbeeld

Het hoeft geen nadere uitleg, dat het zelfbeeld dat leerlingen van zichzelf hebben in grote mate bepaalt, hoe deze leerlingen in het leven staan en de mate waarin zij zichzelf kunnen ontwikkelen op bijna elk vlak. Er is zoveel literatuur die dit onderschrijft, dat het uitkiezen van een paar artikelen, onrecht zou doen aan de vele andere auteurs.

Het zelfbeeld heeft een grote invloed op het welbevinden van het kind en is opgebouwd uit 4 verschillende aspecten. Deze aspecten liggen in het emotionele, het lichamelijke, het sociale en het cognitieve vlak. Een positief emotioneel zelfbeeld geeft een kind een gevoel van veiligheid, vertrouwen en zekerheid. Een positief lichamenlijk zelfbeeld heeft een kind met een mooi, sterk en atletisch lichaam. Een positief sociaal zelfbeeld heeft een kind dat lief is en sociaal. Een vierde belangrijk zelfbeeld is het cognitieve zelfbeeld.

Kinderen, die bekwaam zijn hebben een positief zelfbeeld. Uit verschillende onderzoeken is gebleken, dat kinderen die zich bekwaam voelen, of in ieder geval denken dat ze bekwaam zijn, tevredener met zichzelf zijn, beter problemen kunnen oplossen, graag nieuwe dingen proberen, graag willen leren, beter hun situatie kunnen veranderen, meer verantwoordelijkheid kunnen dragen en het ook beter doen op school. Alleen omdat deze leerlingen geloven, dat ze bekwaam zijn, dat ze het kunnen, kunnen ze zich zelf beter ontwikkelen. Het cognitieve zelfbeeld wordt gevoed door succeservaringen, dat ene aspect dat ineens goed wordt beheerst, goed spreken, tekenen of rekenen of iets anders.

Al voor de geboorte van Christus scheef Vergilius, een groot Romeins dichter (70 BC - 19 BC) in de Aeneis de volgende tekst: "Hos successus alit; possunt quia posse videntur.", of "Het succes drijft hen voort: zij kunnen omdat zij overtuigd zijn te kunnen." In deze vertaling wordt in de eerste zin al aangegeven, dat een belangrijke motivatie voor dit vertrouwen, geloof in de eigen bekwaamheden, succes is. Er is dus weinig nieuws onder de zon!

Op elk gebied moet het zelfbeeld goed zijn, of goed genoeg zijn om verdere ontwikkelingen niet negatief te beïnvloeden. Er zijn natuurlijk ook compensatiemogelijkheden, een wat minder ontwikkeld zelfbeeld op één aspect kan worden gecompenseerd door een meer ontwikkeld zelfbeeld op een ander aspect.

Niet alleen een negatief zelfbeeld kan een probleem vormen maar ook een eenzijdig zelfbeeld. Een eenzijdig zelfbeeld kan aangeboren zijn of ontstaan doordat één zelfbeeld in opvallende mate is ontwikkeld, waardoor dat veel aandacht trekt en positief wordt beoordeeld door de omgeving. Het kind kan dan eenvoudig er voor kiezen om juist dat aspect verder te ontwikkelen, dat makkelijk gaat en waarin het kind al succesvol is. De geringere ontwikkeling van andere aspecten kan wel degelijk tot problemen leiden in andere fasen van het leven.

In de eerste fase van het leven zijn de ouders het belangrijkste en hun reacties op het kind. Al snel neemt school die rol over, dat wil zeggen meer nog de andere kinderen in een klas. Juist in deze leeftijd zijn kinderen zo gevoelig voor positieve en negatieve opmerkingen van andere kinderen.

Gelukkig hebben de meeste kinderen een positief zelfbeeld wat wel tegen een stootje kan. Toch is in deze jonge jaren misschien wel het belangrijkste doel van school om eerst en vooral gericht te zijn op het ontwikkelen en versterken van een positief zelfbeeld van kinderen. Veel kinderen zijn immers beschadigd en in ieder geval nog zo makkelijk te beschadigen.

Met name in het basis en middelbaar onderwijs en in mindere mate ook in het hoger onderwijs, is de invloed van de docent zo groot op de leerlingen. Elke docent in deze scholen zou misschien wel meer in eerste instantie gericht moeten zijn op het zelfbeeld van leerlingen en op het stimuleren en opbouwen van een positief zelfbeeld dan op het overdragen van kennis. Hoewel het overdragen van kennis natuurlijk heel belangrijk is en blijft.

Een individu heeft niet één zelfbeeld, maar vele zelfbeelden. Zo zijn er verschillende zelfbeelden in verschillende situaties, zelfbeeld op het werk, zelfbeeld op vakantie, zelfbeeld in een makkelijk vak, zelfbeeld in een moeilijk vak, zelfbeeld in een omgeving met jongeren of in een omgeving met ouderen? Er zijn er nog zo veel meer!

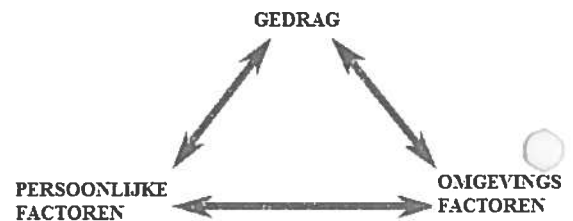
Het zelfbeeld bestaat uit meer aspecten dan het cognitieve aspect. Met name voor dit onderzoek, waarin ook wordt onderzocht of er een relatie is te leggen tussen zelfbeeld en de bekwaamheid om wiskunde te leren en eigen te maken, wordt hier verder alleen aandacht gegeven aan het cognitieve aspect.

Er bestaan vele theorieën over hoe het individu leert en zich ontwikkelt. Piaget vroeg zich al af, hoe kinderen moeten worden onderwezen? Moeten deze alleen het reeds bekende leren en begrijpen, of moeten zij veel meer in staat zijn om het nog niet bekende te ontdekken en te leren begrijpen?

Baanbrekend is het werk van Bandura (1977) waarin hij probeerde een omvattende theorie te beschrijven, waarin niet alleen het sociale leergedrag van het individu werd beschreven, maar ook de wijze waarop bekwaamheden worden verkregen en ontwikkeld en waarop waarden en gedrag worden verkregen en ontwikkeld. Van belang hierbij is hoe motivatie wordt verkregen en ontwikkeld en hoe bijsturing van het gedrag plaatsvindt. In het artikel *"Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change"* beschreef hij het missende element van het eigen geloof, het eigen vertrouwen in de eigen bekwaamheid. Als je maar gelooft, dat je iets kan, dan kun je het ook. Vergilius heeft dit 2050 jaar geleden ook al uitgesproken.

Met het artikel *"Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory"*, (Bandura, 1986) beschreef Bandura de centrale rol van cognitive, plaatsvervangende, zelf-regelende en –reflecterende processen op het menselijke gedrag met betrekking tot aanpassing en verandering. Het beeld van de mens is hiermee veranderd. Zo wordt de mens niet alleen gestuurd door (veranderende) omstandigheden of innerlijke impulsen, maar is de mens een zelf-organiserend, pro-actief, zelf-reflecterend en zelf-regulerend wezen. Het menselijk functioneren wordt hiermee gezien als een samenspel van omstandigheden die liggen op het persoonlijk vlak, het gedrag en de omgeving.

De mens neemt zijn eigen gedrag waar; past dit aan met behulp van cognitieve processen, emoties, lichamelijke reacties (persoonlijke factoren) en verandert daarmee ook de omgevingsfactoren. Hiermee introduceerde Bandura een essentiële rol voor cognitieve processen in de zelfaansturing van de mens door waarneming, reflectie en aanpassing van het eigen gedrag.



In de cognitieve processen speelt zelfreflectie een belangrijke rol. Door zelfreflectie is de mens in staat om zichzelf te beschouwen, zijn eigen cognitieve vermogens te leren zien en te leren ontwikkelen, geloof in zichzelf, in de eigen mogelijkheden te ontwikkelen, en zijn eigen denken en gedrag te veranderen. Een essentiële rol in deze cognitieve theorie is weggelegd voor het geloof in eigen kunnen, het geloof in eigen capaciteiten (self-efficacy beliefs). Aan de hand van een beoordeling van dit geloof bij individuen, kan een inschatting worden gemaakt, van de mogelijkheden van deze individuen met betrekking tot het organiseren plannen) en uitvoeren van acties, waarmee gewenste doelen (kunnen) worden behaald. Dit geloof in eigen bekwaamheden is de basis voor persoonlijke motivatie, tevredenheid en ontwikkeling (Bandura, 1997). Als individuen niet het geloof hebben, dat zaken, waarvoor zij zich moeten inspannen en waarvoor zij ook het nodige doorzettingsvermogen moeten hebben, gaan lukken, dan beginnen deze er niet aan.

Veel empirisch bewijs ondersteunt Bandura's overtuiging, dat het geloof in zelfbekwaamheid invloed heeft op elk aspect in het leven, op de ontwikkeling van motivatie, doorzettingsvermogen, gevoeligheid voor stress en depressie, en voor alle belangrijke keuzes, die in het leven moeten worden gemaakt. Dit geloof (believen in self-efficacy) speelt een belangrijke rol bij de verandering van het gedrag (self-regulation).

Bandura (1997) gaat zelfs zover, dat de gedachten van individuen over wat zij kunnen belangrijker is, dan de prestatie die zij tot nu toe hebben geleverd. Het geloof in de eigen capaciteiten geeft beter aan wat zij kunnen doen met hun kennis en vaardigheden. Het verklaart ook in sommige gevallen het sterk verschillende gedrag van mensen met ongeveer gelijke ontwikkelingsmogelijkheden.

Geloof in de eigen bekwaamheden komt vaak niet overeen met de werkelijke bekwaamheden of mogelijkheden. Hoe groot het geloof ook is in de eigen bekwaamheden, als de benodigde kennis en vaardigheden niet aanwezig zijn, dan zal geen succes worden verkregen.

Niet alleen is geloof in eigen bekwaamheden van belang voor de kwaliteit van het verwerven van kennis en vaardigheden, maar speelt het een belangrijke rol bij het menselijk functioneren. In ieder geval wordt deze stelling onderschreven door meerdere theoretici en filosofen. Zij beweren dat dit geloof de mens in staat stelt om nieuwe fenomenen te interpreteren (Abelson, 1979; Calderhead & Robson, 1991; Dewey, 1933; James, 1885 (1975); Maslow, 1943, 1954); Mead, 1982; Nisbett & Ross, 1980; Pajares, 1992; Rokeach, 1960, 1968).

In dit cognitieve aspect van het zelfbeeld is veel onderzoek gedaan naar de rol van het zelfvertrouwen in de eigen bekwaamheden (competenties) bij het ontwikkelen, leren en eigen maken van nieuwe kennis.

Self-efficacy is populair geworden omdat het met succes is toegepast op zo veel verschillende gebieden. Zo is het concept van self-efficacy, vruchtbaar gebleken bij de behandeling van fobiën (Bandura, 1983), aanleren van sociale vaardigheden (Moe & Zeiss, 1982) en assertiviteit (Lee, 1983, 1984). Ook is dit concept toegepast in onderwijskundig onderzoek op het gebied van motivatie en zelf regulering (Pintrich & Schunk, 1996) en op nog veel meer uiteenlopende gebieden.

In het vervolg zal nader worden beschreven welke rol self-efficacy heeft op de mate van ontwikkeling van kinderen en wordt ingegaan op de mogelijkheden self-efficacy te beïnvloeden.

Verbetering van geloof in eigen competenties

Het mag duidelijk zijn, dat geloof in eigen bekwaamheden een grote invloed heeft op de persoonlijke ontwikkeling. Een belangrijke vraag is dan of en hoe dit geloof kan worden vergroot?

Er zijn 4 gebieden die bijdragen aan “believen in self-efficacy”:

- 1: *performance accomplishment (eigen ervaring/gedrag)*
Wanneer men ziet dat met het eigen gedrag succes geboekt is, een doel is bereikt of wordt bereikt, dan zal men geloven, dat de volgende keer weer een succes kan worden behaald. “Ik krijg altijd goede cijfers voor wiskunde”
Als men slechte ervaringen heeft met een wiskunde examen, dan geldt ook dat het vertrouwen in het slagen voor de wiskunde toets, de volgende keer laag zal zijn en niet zal mee helpen om nu wel een voldoende te halen. “Ik ben niet goed in wiskunde”
- 2: *Vicarious experience (ervaringen/gedrag van anderen):*
Wanneer men ziet dat anderen succes behalen, of een doel bereiken met een bepaald gedrag dan zal men overtuigd raken dat men met dat bepaalde gedrag ook in staat zal zijn een bepaald succes of doel te behalen. “Mijn klasgenoten zijn goed in wiskunde”
- 3: *Verbal persuasion (Verbale overreding – stimulering):*
Verbale feedback (zoals een peptalk) draagt ook bij aan het idee dat men een bepaald doel zal behalen door het ondernemen van bepaalde acties. “Als mijn leraar mij een compliment geeft, dan wil ik ook (extra) goed presteren”
- 4: *(Physiological states) (fysiologische staat):*
Angstgevoelens, vermoeidheid, hoofdpijn. “ik heb de pest aan wiskunde”, “ik maak me altijd zorgen om wiskunde”.

Er zijn dus zeker mogelijkheden om aan het geloof in je eigen bekwaamheden te werken. Het beste resultaat wordt verkregen door het zelf verkrijgen van succeservaringen. Dit kan worden bewerkt door te kiezen voor een andere voorbereiding. Door hulp te vragen aan de docent. De docent heeft een belangrijke functie, door stimuleren van de leerling en door aan te geven, welke onderdelen nog niet voldoende worden beheerst. De leerling kan zich vooral ook zelf helpen, door negatieve gedachten en voorstellingen uit te bannen en te gaan vertrouwen op de eigen competenties.

Een digitale leeromgeving

Het succes van studenten in een opleiding hangt niet alleen af van de kwaliteit van de aangeboden kennis, maar hangt vooral af van wat de student hiermee doet. Onderwijskundig onderzoek heeft aangetoond, dat een succesvolle student gemotiveerd moet zijn en gebruik moet maken van leerstrategieën en bekwaamheden die zijn gericht op zinvol (effectief) leren (Weinstein, Husman & Dierking, 2000). Simpson et al. (2004) wijzen er op, na een grondige review van onderzoek op het gebied van lees- en leerstrategieën, dat zwakke studenten het meest baat hebben bij het ontwikkelen van cognitieve strategieën.

Wadsworth et al. (2007) wijzen op een toename van het onderwijs in een digitale leeromgeving in de Verenigde Staten, zo heeft in de jaren 1995-1998 een verdubbeling plaatsgevonden van het aantal studenten, dat zich inschreef in een digitale klas. De snelle groei zal zich waarschijnlijk doorzetten (Woods, 2001). Ook in Nederland wordt bij de universiteiten nu op nog beperkte schaal digitaal onderwijs aangeboden en binnen het HBO wordt sporadisch al wat digitaal onderwijs aangeboden. Ook hier in Nederland is er sprake van een groei.

Bij de overgang van het middelbaar naar het hoger onderwijs wordt van de student verwacht, dat deze (meer) verantwoordelijkheid voor zijn eigen leren gaat nemen en ook meer activiteiten gaat ontplooiën in zijn leeromgeving. Het Nederlandse onderwijssysteem, in ieder geval de veranderingen daarin, zijn vergelijkbaar met die in de Verenigde Staten. In Nederland lopen we in ieder geval wat achter en is het tweede fase onderwijs al geïntroduceerd in de laatste klassen van het middelbaar onderwijs. Amerikaans onderzoek (Alexander et al, 1997) toont aan dat voor een succesvolle overgang van middelbaar naar hoger onderwijs, de student moet beschikken over een groot repertoire aan leerstrategieën.

Een model voor strategisch leren is ontwikkeld (Weinstein et al. 2000). Dit model gaat uit van de student en is gebaseerd op zelfconcept, persoonlijke omstandigheden en de leergeschiedenis en is nuttig gebleken als een instrument om een beeld te krijgen van de benodigde bekwaamheden voor het met succes afronden van een academische studie.

Het model bestaat uit 3 onderdelen, bekwaamheden (competenties), wilskracht en zelfregeling. De eerste component bestaat uit het effectief kunnen gebruiken van cognitieve strategieën en de opslag van kennis. De tweede component wilskracht bestaat uit self-efficacy maar ook uit het vermogen om motivatie vast te houden en een positieve leerhouding (Pintrich, 2003). De derde component is de zelfregeling en deze bestaat uit aspecten zoals tijdmanagement, het zelf testen en monitoren van kennis, kunde en inzicht (Zimmerman & Schunk, 2001). Andere belangrijke aspecten binnen deze 3 componenten zijn nieuwsgierigheid, concentratie, verwerken van informatie en het gebruik van ondersteunende technieken en materialen. Uit een studie van Bandura & Schunk (1981) blijkt, dat studenten die beschikken over meer self-efficacy en meer bekwaamheden doelen plannen op een korte termijn en meer vooruitgang boeken dan studenten, die beschikken over minder self-efficacy en doelen plannen op de langere termijn. Het is gebleken, dat studenten die hun eigen doelen gaan stellen en plannen meer zelfvertrouwen, bekwaamheden en toewijding ontwikkelen om hun doelen te halen (Schunk, 1985). Het geloof in self-efficacy neemt toe bij studenten als zij direct feedback krijgen (Schunk, 1983b). Bij het ontwerp van leerstrategieën is het van belang rekening te houden met het geloof van studenten in hun eigen bekwaamheden (Berry, 1987, Schunk, 1981).

Voor een deel zijn de strategische leerstrategieën binnen het klassikale onderwijs hetzelfde als binnen het digitale onderwijs. Binnen het digitale onderwijs zijn meer mogelijkheden. Er kunnen cursussen op het gebied van verschillende leerstrategieën worden aangeboden, er zijn veel meer mogelijkheden voor directe feedback op digitale toetsen of op colleges die zijn gemist of niet helemaal begrepen via beeldopnamen. Zo heeft Chang (2005) geconstateerd dat studenten die een digitale cursus hadden gevolgd met instructies over leerstrategieën meer gemotiveerd waren en meer zelfgericht dan studenten, die de digitale cursus niet hadden gevolgd.

Wadsworth et al, 2007 voerden een onderzoek uit naar de effecten van leerstrategieën en self-efficacy. Dit onderzoek is uitgevoerd op studenten, die slecht hadden gepresteerd op de examens in wiskunde. Voor een extra punt op hun volgende wiskunde examen moesten de studenten deelnemen aan de digitale cursus, digitale toetsen maken en vragenlijsten invullen.

Uit dit onderzoek volgt, dat het hebben van succes in een digitale leeromgeving met name afhangt van het beschikken over (meerdere) leerstrategieën en het geloof in self-efficacy van de studenten. Het eindcijfer voor de wiskunde toets bleek goed te voorspellen aan de hand van de self-efficacy, motivatie en bekwaamheden zoals concentratie, het verwerken van informatie en het zelf testen of de informatie eigen is gemaakt. Uit onderzoek van Weinstein et al. (2000) blijkt dat deze factoren kunnen worden verbeterd door directe instructie.

Hoewel er geen grote verschillen aanwezig zijn tussen de verschillende leerstrategieën voor klassikaal en digitaal onderwijs wordt de kans op succes in een digitale leeromgeving wel vergroot, als de student wordt voorbereid op de andere manier waarop stof wordt overgebracht en moet worden geleerd.

3. Onderzoeksmethode

3.1 Deelnemers

De deelnemers aan dit onderzoek zijn 1^e jaars studenten Bouwkunde aan de Saxion Hogeschool in Enschede. Deze studenten zijn geselecteerd door de wiskundesectie van de academie ROB Bouwkunde op grond van de slechte behaalde toetsresultaten voor de eerste module wiskunde (wis1), die wordt gegeven in het 1^e kwartiel. Deze wiskundemodule herhaalt een gedeelte van de wiskunde, dat is behandeld in de vooropleiding van de studenten. Deze module wis1 concentreert zich met name op basiswiskunde.

De slechte tot zeer slechte behaalde toetsresultaten vormen in ieder geval een vertraging en mogelijk ook een belemmering voor de studie Bouwkunde. Deze groep heeft na 3 pogingen nog steeds niet een voldoende resultaat voor deze wiskunde module gehaald en krijgt door deelname aan dit onderzoek extra ondersteuning in basiswiskunde.

De geselecteerde groep bestaat uit 14 studenten. Vier studenten hebben zich niet gemeld, één student kreeg een vrijstelling, één van de deelnemers is gestopt met de studie. Tijdens het onderzoek hebben nog meer studenten zich teruggetrokken zonder enige melding vooraf.

Vragenlijsten:

Aan het begin en het einde van dit onderzoek zijn door de studenten vragenlijsten ingevuld. Aan het begin deden 8 studenten mee en aan het einde 4 studenten. Deze groep bevat alle deelnemende studenten en wordt beschreven met de letters TG (Totale Groep) Groep (1). Een overzicht van deze groep staat in 3.1.

TG Groep (1)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	mbo bouwkunde	m
2	havo-nt	m
3	havo-nt	v
4	havo-nt	m
5	havo-nt/ng	m
6	havo-nt	m
7	havo-ng	m
8	niet bekend	m

Tabel 3.1 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de TG Groep (1)

Aan het einde van het onderzoek waren er nog maar 4 studenten over. Voor een vergelijking van de vragenlijsten is alleen gebruik gemaakt van de gegevens van deze 4 studenten. Een overzicht van deze groep (TG Groep (2)) staat in tabel 3.2.

TG Groep (2)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	havo-nt	m
2	havo-nt	v
3	havo-nt/ng	m
4	havo-ng	m

Tabel 3.2 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de TG Groep (2)

Klassikaal en digitaal wiskundeonderwijs:

Na het gezamenlijke begin aan dit onderzoek is de TG Groep (1) gesplitst in 2 subgroepen, de KG Groep (1) en de MM Groep (1). De Klassikale Groep KG Groep (1) is de controle groep geweest, waarin uitsluitend klassikaal onderwijs heeft plaatsgevonden. De MathMatch MM Groep (1) heeft uitsluitend zelfstandig onderwijs genoten binnen de digitale leeromgeving MathMatch.

De indeling van deze groepen heeft plaatsgevonden op basis van een vrije keuze van de studenten, waarbij sturend is ingegrepen als de aanwezige wiskunde kennis binnen de groepen te veel van elkaar ging verschillen. Ditzelfde gold ook voor de grootte van de groep.

Bij de afronding van het eerste deel van het onderzoek bleken ook niet alle leden van de KG en de MM groep deel te nemen aan de afsluitende toets. Slechts één deelnemer uit beide groepen heeft deelgenomen aan de afsluitende wiskunde toets.

In de tabellen 3.3 en 3.4 wordt de samenstelling van de KG groepen gegeven aan het begin (1) en het einde (2) van het eerste deel van dit onderzoek.

KG Groep (1)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	havo-nt	m
2	havo-nt	m
3	havo-nt/ng	m
4	havo-nt	m
5	niet bekend	m

Tabel 3.3 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de KG Groep (1)

KG Groep (2)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	havo-nt/ng	m

Tabel 3.4 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de KG Groep (2)

In de tabellen 3.5 en 3.6 wordt de samenstelling van de MM groepen gegeven aan het begin (1) en het einde (2) van het eerste deel van dit onderzoek.

MM Groep (1)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	mbo bouwkunde	m
2	havo-nt	v
3	havo-ng	m

Tabel 3.5 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de MM Groep (1)

MM Groep (2)	Bouwkunde 2006-2007	
Nummer	Vooropleiding	Geslacht
1	havo-nt	v

Tabel 3.6 Vooropleiding en geslacht van de studenten in de MM Groep (2)

3.2 Materiaal en onderzoeksinstrumenten

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van schriftelijke vragenlijsten en digitale toetsen binnen de digitale leeromgeving MathMatch. Binnen een onderwijskundig onderzoek is het gebruikelijk mondelinge interviews af te nemen. Daar het in dit onderzoek niet zozeer ging om het wiskundige niveau, het wiskundige denken, het snelle schakelen en leggen van verbanden, maar veel meer om vragen, waarop een zorgvuldig en overwogen antwoord gegeven diende te worden. Daarom is in dit onderzoek gekozen voor schriftelijke vragenlijsten.

Schriftelijke vragenlijsten:

Met de pré-vragenlijst wordt informatie verkregen over de deelnemer, het geslacht en de vooropleiding, de houding met betrekking tot wiskunde, de ervaring met computers en het geloof van de student in de eigen competenties (belief in self-efficacy). Met de post-vragenlijst wordt informatie verkregen over de ervaring met MathMatch, de waardering van de verschillende onderwijsmethoden, de eigen inzet, de verwachting van deze cursus en kunnen overige opmerkingen worden gemaakt.

De vragen in de vragenlijsten zijn voor de verdere verwerking ingedeeld in de volgende groepen:

pré-vragenlijst (13 vragen):

	vragen
- Algemene informatie (2 vragen)	1,2
- Wiskunde: (2 vragen)	3,5
- Computers: (4 vragen)	7,8,9,10
- Zelfbeeld: (5 vragen)	4,6,11,12,13

Post-vragenlijst (14 vragen):

	vragen
- Algemene informatie (1 vragen)	1
- Studielast: (3 vragen)	9,10,11
- Ervaringen met MathMatch: (4 vragen)	3,4,5,8
- Cursus basiswiskunde: (2vragen)	6,12
- Voorkeur student: (2 vragen)	2,7
- Belang van beloning voor deelname aan dit onderzoek: (1 vraag)	13
- Geef alle opmerkingen die je nog wilt maken: (1 vraag)	14

De vragen zijn met opzet een beetje door elkaar heen gesteld. Dit met het oog op een zo gering mogelijke beïnvloeding van de student bij de beantwoording van de vragen.

De schriftelijke pré-vragenlijst is ingevuld door zeven studenten. Deze vragenlijsten bevinden zich in bijlage 9.4. De schriftelijke post-vragenlijst is ingevuld door vier studenten en deze vragenlijsten bevinden zich in bijlage 9.5.

Daar een kleiner aantal studenten de post-vragenlijst heeft ingevuld dan de pré-vragenlijst worden alleen de vragenlijsten van de TG Groep (2) verder uitgewerkt.

Digitale toetsen:

De deelnemende studenten aan dit onderzoek zijn voor en na afronding van het eerste deel van dit onderzoek getoetst op kennis en vaardigheden in basiswiskunde. De pré-toets heeft gediend om het aanvangsniveau in basiswiskunde vast te stellen en de resultaten van deze toets zijn gebruikt om 2 groepen met een vergelijkbaar wiskundeniveau samen te stellen.

Tijdens deze cursus heeft de MM Groep (1) gewerkt met zeven oefentoetsen. Deze toetsen konden onbeperkt worden gemaakt en werden afgesloten zodra de toets voldoende was gemaakt. Voor het klassikale onderwijs aan de KG Groep (1) is gebruik gemaakt van hetzelfde materiaal. De docent heeft sommen uit de digitale oefentoetsen gebruikt als lesmateriaal en heeft een gedrukt exemplaar van deze toetsen als huiswerk meegegeven.

De in dit onderzoek geselecteerde onderwerpen staan in tabel 3.7. In deze tabel staan ook het totaal aantal vragen per oefentoets en de gehanteerde normen.

Oefentoetsen (onderwerp)	Vragen (totaal)	Vragen (norm)
1: Oefenen met Machten en wortels	20	12
2: Oefenen met rekenen met letters	26	16
3: Oefenen met Merkwaardige producten	12	8
4: Oefenen met Breuken met letters	12	8
5: Oefenen met Eerstegraadsvergelijkingen	13	8
6: Oefenen met Tweedegraadsvergelijkingen	22	14
7: Oefenen met Stelsels eerstegraadsvergelijkingen	6	4

Tabel 3.7 Oefentoetsen basiswiskunde binnen MathMatch

Het valt op, dat het totaal aantal vragen per toets nogal varieert. Binnen MathMatch worden bij sommige categorieën van vragen (oefentoetsen) soms wel 10 of meer subcategorieën gedefinieerd. Elke subcategorie moet door de student worden beheerst en dus ook worden geoefend. Als van elke subcategorie minimaal 2 vragen in de toets worden opgenomen, dan worden snel grote aantallen vragen verkregen.

De norm voor het slagen voor deze oefentoetsen wordt hoger gelegd dan gebruikelijk is bij schriftelijke toetsen. De norm varieert tussen 60 en 67 procent goed beantwoorde vragen.

Voor een goede vergelijking van de aanwezige kennis basiswiskunde voor en na de cursus basiswiskunde is de post-toets op dezelfde manier samengesteld als de pré-toets. De beide toetsen zijn samengesteld uit de hierboven beschreven 7 verschillende oefentoetsen. De toetsen bestaan uit 14 vragen, waarbij uit elke oefentoets 2 vragen zijn geselecteerd. De norm voor deze toetsen is vastgesteld op 9 vragen (64%). Beide groepen MM (2) en KG (2) hebben de toetsen gemaakt binnen de digitale leeromgeving MathMatch.

Binnen MathMatch kunnen door een gebruiker nooit exact dezelfde toetsen worden gemaakt. Het onderliggende Maple T.A. programma stelt steeds binnen de opgegeven categorieën per student nieuwe toetsen samen. Een afdruk van één van de pré- en post-toetsen staat in de bijlagen 9.7 en 9.8. In deze toetsen is ook de volgorde van de vragen steeds verschillend.

4. Procedure

In dit onderzoek vinden twee onderzoeken plaats. In het eerste onderzoek wordt de verbetering in de kennis en de vaardigheden in basiswiskunde getoetst, waarbij twee verschillende onderwijssystemen worden gebruikt. In deze eerste fase van het onderzoek worden beide methoden strikt van elkaar gescheiden en wordt onderzocht welke onderwijsmethode het beste resultaat geeft. Het beste resultaat wordt gedefinieerd door het aantal geslaagde studenten voor de eindtoets binnen MathMatch en de hoogte van het behaalde cijfer voor de toets.

In de tweede fase van het onderzoek worden de ingevulde vragenlijsten voor en na dit onderzoek uitgewerkt en geanalyseerd.

4.1 Dataverzameling, -verwerking en -analyse

De beschikbare data in dit onderzoek bestaan uit digitale toetsen en ingevulde vragenlijsten voor en na het onderzoek. In de eerste fase van dit onderzoek zijn de MM en de KG groep strikt gescheiden gehouden en in de tweede fase de beide groepen zijn samengevoegd. De in 2007 gemaakte toetsen zijn nog beschikbaar en door de instructeur (met wachtwoord) in te zien (<http://amaple.science.uva.nl:8081/classes/saxion/>).

De beide onderzoeksgroepen waren al klein en er zijn slechts twee studenten zijn die zowel de pré-toets als de post-toets hebben gemaakt. Gelukkig behoren deze beide studenten wel tot de verschillende onderzoeksgroepen KG en MM. De pré- en post-vragenlijsten zijn door vier studenten ingevuld. Twee van deze studenten behoorden tot de KG groep en twee studenten behoorden tot de MM groep.

Verwerking digitale toetsen:

De pré-toetsen zijn gebruikt voor de indeling van de studenten in de controle groep en de experimentgroep. Hierbij is vooral gelet op een gelijkwaardig wiskunde niveau in beide groepen bij de aanvang van het onderzoek.

Het verkrijgen van een beeld van de groei in kennis en vaardigheden in basiswiskunde vindt plaats via twee methoden. De eerste methode legt het verschil vast tussen het aantal goed beantwoorde vragen in beide toetsen. Met de tweede methode wordt het aantal goed beantwoorde vragen in de post-toets gedeeld door dit aantal in de pré-toets. Zo geeft de eerste methode een maat voor de absolute toename en de tweede methode een maat voor de relatieve toename van kennis van en vaardigheden in basiswiskunde. Daarnaast wordt ook berekend in welke mate, de verbetering bestaat uit het kunnen oplossen van moeilijkere sommen van het type sommen, die in de pré-toets al werden beheerst en uit het kunnen oplossen van nieuwe (typen) sommen.

Verwerking van de schriftelijke vragenlijsten:

De vragen in de pré- en post-vragenlijst zijn ingedeeld in verschillende categorieën. Zo geven de antwoorden op verschillende categorieën vragen een verwachting over de mate van succes met een digitale onderwijsmethode in plaats van een klassikale methode. De vragen in de post-vragenlijst zijn gericht op de inzet voor de studie en deze cursus, op ervaringen over het gebruik van MathMatch en op voorstellen voor verbetering van MathMatch. Ook wordt aan de studenten gevraagd een voorkeur uit te spreken voor één van beide onderwijsmethoden of voor een combinatie van beide methoden. Tenslotte zal worden nagegaan of het geven van een beloning bij de volgende herkansing van de reguliere toets wis1, als de cursus basiswiskunde werd gevolgd, van belang is geweest voor het deelnemen aan deze cursus.

Voor de analyse van de pré- en de post-vragenlijsten zijn van de pré-vragenlijst alle vragen gebruikt behalve de vraag over de naam en studentnummer van de student en uit de post-vragenlijst is alleen vraag 11 gebruikt. Voor de verdere verwerking zijn de vragen uit de pré-vragenlijst ingedeeld in de categorieën wiskunde, computers en zelfbeeld. Aan elke categorie wordt een cijfer toegekend op een schaal van 1 tot en met 5. Hierbij staat 1 voor niet, 3 voor neutraal en 5 voor wel. Vraag 11 uit de post-vragenlijst wordt ingedeeld in de categorie zelfstudie en wordt verder niet verwerkt. De vragen in de categorieën ervaringen met MathMatch, cursus basiswiskunde, voorkeur student en belang van beloning worden verder niet verwerkt. De antwoorden op deze vragen spreken voor zich. Bij de resultaten wordt de gevolgde vooropleiding (categorie Algemene informatie) vermeld.



5. Aanvullend onderzoek

5.1 Inleiding

De grootte van de onderzoeksgroep en de controlegroep zijn klein, veel te klein om aan de hand van de resultaten van dit onderzoek, verantwoorde en onderbouwde conclusies te trekken. Toch is een onderzoek uitgevoerd en zijn resultaten verkregen. Indien deze resultaten kunnen worden vergeleken met andere ongeveer overeenkomende onderzoeken op ook een kleine schaal en zo mogelijk op grotere schaal, dan kunnen de resultaten van dit onderzoek, in ieder geval, beter een plaats krijgen. Zo zouden de resultaten, de resultaten van andere onderzoeken kunnen bevestigen of juist tegenspreken?

Er zijn inderdaad meerdere onderzoeken uitgevoerd naar het effect van digitale onderwijssystemen in Nederland op HBO niveau. Zo is er één onderzoek uitgevoerd op een grotere schaal binnen een digitale onderwijsomgeving, die al enkele jaren bestaat en goed functioneert (Kamminga, 2006, 2008). Een tweede onderzoek, kleinschaliger is uitgevoerd op Saxion bij de academie Lifescience, Engineering & Design door Grünefeld, waarbij het digitale onderwijssysteem is toegepast binnen een lastige, moeilijke wiskunde module. Grünefeld heeft over haar ervaringen met MathMatch gepubliceerd in december 2009 in de Nieuwsbrief van de academie. De platte tekst van deze publicatie is opgenomen in bijlage 9.10.

In de volgende paragrafen volgt een overzicht van de ervaringen van een digitaal onderwijssysteem van de docenten, die dit onderzoek hebben uitgevoerd. Daarnaast worden verschillende conclusies getrokken met betrekking tot de vorm en uitvoering van de toetsen.

5.2 Wisnet op de NLH hogeschool Leeuwarden, Instituut Techniek

Op de NLH hogeschool Leeuwarden, Instituut Techniek, wordt al sinds enige jaren wiskunde onderwezen op basis van het digitale onderwijssysteem WISNET. Deze website is ontwikkeld op de NHL, ten behoeve van het wiskunde onderwijs in het HBO. De ontwikkeling van WISNET is begonnen in 2003 en sinds voorjaar 2005 is de site operationeel. Binnen deze groep is veel ervaring verkregen met dit digitale onderwijssysteem en met de toepassing en de structuur om deze toepassing in een HBO omgeving.

Ervaringen/conclusies (Kamminga, 2008)

In 2008 heeft Kamminga een artikel geschreven "Digitaal toetsen vraagt een strakke aanpak" waaruit hier een paar conclusies worden genoemd:

Een strakke aanpak is noodzakelijk:

Alleen met een strakke aanpak wordt gewaarborgd, dat het systeem op de juiste wijze wordt gebruikt. Studenten moeten wel degelijk wennen aan een nieuwe (digitale) onderwijsomgeving. Een strakke aanpak betekent, dat de sommen op het beeldscherm moeten worden overgeschreven in een schrift en daarin volledig moeten worden uitgewerkt. Pas daarna kan de oplossing op het scherm worden ingetypt.

Huiswerktoetsen (onbeperkt) en trainingstoetsen (15 minuten):

Er worden huiswerk- en trainingstoetsen aangeboden. De huiswerktoetsen dienen om de stof eigen te maken en om vaardigheden in het oplossen van vraagstukken te vergroten. Deze toetsen kunnen naar wens en behoefte worden geoefend. Tenslotte wordt een trainingstoets gemaakt die meestal uit vijf vragen bestaat, die in 15 minuten moet worden gemaakt. Na het behalen van de trainingstoets waarvoor 80% van de vragen correct moet worden beantwoord, begint de student met het volgende blok huiswerk- en trainingstoetsen. Uit jarenlange ervaring is gebleken, dat de optimale tijdsduur van een toets gelijk is aan 15 minuten. Bij deze tijdsduur is de motivatie van de student optimaal. Bij een langere tijdsduur daalt de motivatie van de student. Een student heeft maximaal vier pogingen om een trainingstoets te halen. Het getal vier blijkt optimaal te zijn. Als een student meer dan vier pogingen nodig heeft, dan is er meer aan de hand en moet persoonlijke instructie worden gevolgd.

Persoonlijke (klassikale) begeleiding door docenten of studentassistenten:

Naast het aanbod van de digitale toetsen wordt er ook wekelijks voor groepen van maximaal 15 studenten gedurende 90 minuten instructie gegeven. Naast de digitale onderwijsomgeving is er noodzaak voor persoonlijk (klassikaal) onderwijs.

Eindtoetsing:

De eindtoets wordt niet met het digitale onderwijssysteem uitgevoerd, maar wordt schriftelijk uitgevoerd. De redenen hiervoor zijn, dat het digitale systeem alleen goedkeurt of afkeurt en geen middenwegen kent. Het digitale systeem kan geen onderscheid maken tussen kennisfouten en schrijffouten en gaat alleen na of het eindantwoord correct is. Zelfs dat, is soms lastig vast te stellen, waarbij moet worden gedacht aan afrondingen binnen verschillende stappen van de berekeningen. Zo kan een digitaal systeem niet een vraag gedeeltelijk goedkeuren, als wel de juiste oplossingsstrategie is gekozen, deze ook juist is uitgevoerd, maar op zeker moment een schrijf- of afrondingsfout is gemaakt. In een schriftelijke eindtoets kan hier (terecht) wel rekening mee worden gehouden. Ook ligt voor de schriftelijke toetsen de slagingsnorm iets lager dan voor de trainingstoetsen. Dit is niet onredelijk daar de eindtoets gaat over alle stof en daar de slagingsnorm van de trainingstoetsen (80%) erg hoog ligt. Bovendien mag alleen aan de eindtoetsing worden deelgenomen als alle trainingstoetsen met goed resultaat zijn afgelegd.

Motivatatiebevordering:

De resultaten die zijn bereikt met de invoering van het digitale onderwijssysteem WISNET, waarbij het klassikale onderwijs (begeleiding tijdens het maken van trainingstoetsen, persoonlijke begeleiding bij dreigende uitval van studenten) is behouden, zijn goed. Niet alleen zijn de studenten meer gemotiveerd en zeer gericht op het foutloos maken van de trainingstoetsen, ook zijn de slagingspercentages voor de schriftelijke eindtoetsen met 80% hoog te noemen.

5.3 MathMatch op Saxion Hogeschool, Academie Lifescience, Engineering & Design

Op de Saxion hogeschool Enschede, academie Lifescience, Engineering & Design wordt sinds september 2009 wiskunde onderwezen op basis van het digitale onderwijssysteem MathMatch. Binnen de academie LED vallen meerdere studierichtingen waaronder technische natuurkunde, werktuigbouwkunde en electrotechniek. Het gaat hier om de wiskunde voor de drie genoemde studierichtingen. Op 22 september 2010 heeft een interview plaatsgevonden met Grünefeld.

Ervaringen/conclusies Grünefeld (artikel "Huiswerk maken op de computer", Bijlage 9.10):**Motivatatiebevordering:**

Grünefeld meldt evenals Kamminga, dat de motivatie van de studenten om goed te worden in de toetsen en te slagen voor de schriftelijke eindtoets is gestegen, sinds het gebruik van MathMatch voor de oefening in wiskunde. Ook hier wordt het digitale onderwijsmodel niet als vervanging voor het klassikale onderwijsmodel gezien, maar als een aanvulling. Grünefeld meldt dat de resultaten en de slagingspercentages voor wiskunde sterk zijn verbeterd.

Zelfstudie studenten / directe feedback:

De studenten melden dat ze veel meer oefenden met MathMatch dan met gewoon schriftelijk huiswerk. De studenten lijken door MathMatch meer te worden uitgedaagd. Een groot voordeel bij het oefenen met dit systeem is de onmiddellijke feedback. Grünefeld meldt evenals Kamminga, dat de studenten gespitst zijn op het vinden van het goede antwoord en ook willen begrijpen wat het juiste antwoord is.

Wekelijkse deadline/hoge normering:

Het instellen van de wekelijkse deadline voor het maken van trainingstoetsen stimuleert de studenten om regelmatig aan de lesstof te werken. De hoge normering van de toetsen (80%) heeft tot gevolg, dat de studenten nauwkeuriger gaan werken en minder rekenfouten maken.

Anonimiteit van oefentoetsen:

De anonimiteit van de oefentoetsen, die worden gemaakt door studenten is van groot belang. Immers studenten moeten ongegeneerd hun fouten mogen maken. Voor sommige studenten kan het zelfs een goede leerstrategie zijn om door grote fouten te maken, snel inzicht te krijgen in hoe die sommen dan wel moeten worden opgelost. Het kan dan heel belemmerend zijn om zelfs maar te beginnen met oefenen, als de resultaten van elke oefening worden vastgelegd. Een student moet ongegeneerd fouten durven te maken in zijn of haar leerproces.

Resultaten schriftelijk tentamen (differentiaalvergelijkingen en Laplace-transformaties):

De resultaten voor het niet gewijzigde schriftelijke examen zijn aanzienlijk verbeterd. Voor de introductie van het digitale onderwijssysteem MathMatch lag het slagingspercentage voor dit notoire struikelvak rond de 40%. Nu met de introductie van MathMatch ligt het slagingspercentage op 84% (bijlage 9.10).



6. Resultaten

Eerst zullen de resultaten van de digitale toetsen worden gegeven en daarna die van de vragenlijsten.

6.1 Digitale toetsen

De resultaten van de digitale pré-toetsen (bijlage 9.1, tabel 9.1.2) geven aan dat het met de kennis van de basiswiskunde van de totale groep TG Groep (1) voor de aanvang van de cursus basiswiskunde bijzonder slecht is gesteld. Van de 8 deelnemende studenten wisten 3 studenten geen enkele vraag goed te beantwoorden en wist de beste student slechts 4 van de 14 vragen goed te beantwoorden. De gemiddelde cijfers liggen tussen 1.0 en 3.6 met een gemiddeld cijfer van 2.2.

Bij de samenstelling van de groepen is uitgangspunt geweest, een gelijkwaardig niveau van basiswiskunde in beide groepen. Dit heeft geleid tot een KG Groep (1) bestaande uit 5 personen, waarin zowel de beste als de slechtste studenten zitten. De MM Groep (1) bestaat uit 3 studenten, waarvan 1 student erg slecht heeft gescoord en de 2 andere studenten boven het gemiddelde.

Het totaal aantal goed beantwoorde vragen in de KG (1) groep bedraagt 5.0 tegen 5.83 goed beantwoorde vragen in de MM (1) groep. Op grond van de ongeveer gelijke aantallen goed beantwoorde vragen wordt aangenomen, dat de beschikbare kennis in basiswiskunde ongeveer hetzelfde is en dus beide groepen ongeveer gelijkwaardig zijn.

Voor een vergelijking van de resultaten van de klassikale en digitale methode wordt gekeken naar de resultaten van de twee studenten, die beide toetsen hebben gemaakt. De resultaten van de begin en de eindtoets met MathMatch voor de student uit de KG groep en voor de student uit de MM groep staan in tabel 5.1. De resultaten van de toetsen zijn uitgedrukt in cijfers op een schaal van 1 tot 10.

Student	MathMatch	MathMatch	Verschil	Quotiënt
KG Groep	pré-toets	post-toets	cijfers	Cijfers
1	1.6	4.2	2.6	2.57
MM Groep				
1	2.9	6.8	3.9	2.32

Tabel 5.1 Cijfers pré- en post-toets in MathMatch

Uit de resultaten in tabel 5.1 volgt dat de MM groep beter heeft gepresteerd dan de KG groep. De student uit de MM groep is als enige geslaagd voor de post-toets met een 6.8

Tabel 5.2 geeft het aantal goed beantwoorde vragen en geeft het verschil in goed beantwoorde vragen. Uit een vergelijking van de twee toetsen is gebleken dat beide studenten binnen dezelfde vaardigheid nu ook 1 moeilijkere vraag hebben opgelost en dat de student in de KG groep drie nieuwe vaardigheden en de student in de MM groep vijf nieuwe vaardigheden heeft aangeleerd.

Student	MathMatch	MathMatch	Verschil	Meer (oud)	Nieuwe
KG Groep	pré-toets	post-toets	vragen	sommen	sommen
1	1	5	4	1	3
MM Groep					
1	3	9	6	1	5

Tabel 5.2 Aantal goed beantwoorde vragen van in totaal 14 vragen

De absolute verbetering in het aantal goed beantwoorde vragen is bij de student uit de MM groep met 6 vragen groter dan bij de student uit de KG groep met 4 vragen.

De relatieve verbetering in basiswiskunde is bij de student uit de KG groep met 5 (5/1) echter groter dan bij de student uit de MM groep met 3 (9/3).

6.2 Schriftelijke vragenlijsten

De vragen binnen de categorieën wiskunde, computers en zelfbeeld uit de pré-vragenlijst zijn geconverteerd naar een cijfer. Een overzicht van de cijfers staat in bijlage 9.6.

De waardering van de vragen uit de vragenlijsten naar punten heeft plaatsgevonden op een manier, waarbij een hoger punten aantal verwijst naar een beter resultaat van de eindtoets. Een hoger gemiddeld cijfer voor de categorie zelfbeeld wijst dus op een positiever zelfbeeld, een grotere mate van vertrouwen in de eigen competentie en dus een hogere verwachting van een goed toetsresultaat.

Het gemiddelde aantal behaalde punten per categorie en het totaal aantal behaalde punten zijn opgenomen in de onderstaande tabel.

Groepen	TG Groep (2) / KG		TG Groep (2) / MM	
studenten	1	2	1	2
Pré-vragenlijst				
Vooropleiding:	HAVO-NT	HAVO-NT/NG	HAVO-NT	HAVO-NG
Wiskunde:	4	4	1	5
Computers:	3.5	2.75	3.75	4.75
Zelfbeeld:	4.5	4.5	4.5	4.5
Totaal (1)	12	11.25	9.25	14.25
Totaal (2)	8	7.25	8.25	9.25
Post-vragenlijst				
Zelfstudie:	10	12	20	20
Totaal (3)	18	19.25	28.25	29.25

Tabel 5.3 Totaalscores aan de hand van categorieën vragen uit de pré- en post-vragenlijsten

In tabel 5.3 zijn 3 totaalscores berekend. De eerste totaalscore is de som van de punten uit de categorieën wiskunde, computers en zelfbeeld. Bij de berekening van de tweede totaalscore is de categorie wiskunde niet inbegrepen en de derde totaalscore is gelijk aan de tweede totaalscore plus de categorie zelfstudie uit de post-vragenlijst. Het aantal uren zelfstudie is niet verwerkt tot punten, zoals bij de andere categorieën, maar is gegeven in uren

Categorie wiskunde:

De categorie wiskunde vragen is met name door één student uit de MM groep vreemd beantwoord. Deze student vond wiskunde niet moeilijk en niet belangrijk. Terwijl de andere studenten wiskunde wel moeilijk en wel belangrijk vonden. Hierdoor scoort deze student in het totaal lager, terwijl deze student, de enige student is, die de post-toets heeft gehaald.

Categorie computers:

In de categorie Computers wordt de ervaring in het werken met computers en (nieuwe) computersystemen bevraagd. Alleen één student uit de KG groep scoort met 2.5 punt net iets lager dan 3 (neutraal). De overige studenten gaan redelijk tot zeer makkelijk om met computers.

Categorie zelfbeeld:

Op de categorie Zelfbeeld, dit is één van de belangrijkste randvoorwaarden in het proces van het leren van nieuwe kennis en vaardigheden, scoren alle studenten dezelfde hoge score van 4.5 op een schaal van 1 tot en met 5.

Categorie zelfstudie (post-vragenlijst):

De derde categorie uit de post-vragenlijst (het totaal aantal uren per week dat wordt besteed aan zelfstudie) toont grote verschillen. Het is opvallend dat juist de minder presterende studenten, op grond van de resultaten in de pré- en post-toets, ongeveer 2 maal zo weinig tijd aan eigen studie besteden.

Ook het niveau van kennis en vaardigheden bij het begin van dit onderzoek is van belang voor het resultaat na afloop van de cursus. Op grond van de resultaten voor de pré-toets (bijlage 9.1, tabel 9.1.2) is aannemelijk, dat twee studenten uit de KG groep en de MM-groep, die alleen de eindtoets binnen MathMatch niet hebben gemaakt, de post-toets met een voldoende zouden hebben afgesloten. Het is opmerkelijk, dat met name de inzet van de studenten uit de KG groep relatief gezien zo gering is geweest.

6.3 Overige resultaten uit vragenlijsten:

Uit een analyse van de overige resultaten van de post vragenlijsten (bijlage 9.5) komen de volgende resultaten.

Ervaringen met MathMatch: (vragen 2,3,4,7)

- 1: Unaniem werd het prettig gevonden, dat met MathMatch in eigen tijd en naar eigen behoefte kan worden gewerkt en dat direct een resultaat wordt verkregen met uitleg;
- 2: Onprettig aan het werken met MathMatch werd gevonden: onpersoonlijk, niet toereikende uitleg, lange wachttijd, moeizame invoering van antwoorden;
- 3: De uitleg binnen MathMatch bleek niet altijd voldoende duidelijk en werkte soms helemaal niet;
- 4: Unaniem is de voorkeur uitgesproken voor een combinatie van het digitale en het klassikale onderwijssysteem;

Verbeteringen in MathMatch: (vraag 5)

- 5: verbetering uitleg/help-functie, eenvoudigere invoer van antwoorden;

Waardering cursus basiswiskunde: (vragen: 6,12)

- 6: Unanieme uitspraak dat deze cursus nuttig is geweest;
- 7: Vrijwel unanieme bevestiging van deze vraag. Immers het einddoel, het behalen van de reguliere schriftelijke wiskunde toets is behaald. Er is echter ook geantwoord, dat deze vraag zo niet kan worden gesteld, omdat er geen of te weinig informatie in een eerder stadium over de cursus is verstrekt.

Toekomstig gebruik van MathMatch: (vraag 8)

- 8: In het algemeen willen de studenten in de toekomst MM wel weer gebruiken. De reacties variëren van handig, tot als het maar niet verplicht is, en ik heb liever een goed boek!

Zelfstudie: (vraag 9, 10, 11):

- 9: Slechts 1 student (25%) vindt dat de zelfstudie voldoende was, de overige studenten (75%) vinden hun zelfstudie onvoldoende.
- 10: Twee van de 3 studenten (66%) geven als reden voor de onvoldoende inzet voor deze cursus de studiebelasting door andere vakken, toetsen en het projectonderwijs. Een student geeft aan een gebrek aan zin en motivatie (deze student is als enige geslaagd voor de eindtoets MathMatch).
- 11: vraag 11 is verwerkt bij de verwerking van de pré-vragenlijsten)

Belang van de beloning: (vraag 13):

- 12: Drie van de 4 studenten (75%) vinden het niet belangrijk. Hun doel was om beter te worden in basiswiskunde en dat is gelukt. De beloning wordt wel gewaardeerd. Voor 1 student is de beloning belangrijk! Zonder beloning zou de student er minder tijd in hebben gestoken.



7. Conclusies

In dit onderzoek zijn twee onderwijsvormen (klassikaal onderwijs) en (digitaal onderwijs) met elkaar vergeleken. Voor het onderzoek zijn vier onderzoeksvragen geformuleerd en zijn twee onderzoeksinstrumenten gebruikt. Eerst zullen conclusies worden getrokken naar aanleiding van de onderzoeksvragen en daarna volgen conclusies naar aanleiding van de antwoorden op de ingevulde vragenlijsten voor en na dit onderzoek.

Onderzoeksvraag 1: *Is het slagingspercentage voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch hoger bij studenten, die onderwijs hebben gekregen met een digitaal onderwijssysteem, dan bij studenten, die onderwijs hebben gekregen met een klassikaal onderwijssysteem?*

Resultaat: Alleen één student uit de digitale klas heeft de post-toets in MathMatch met een voldoende resultaat afgerond.

Conclusie 1: Het slagingspercentage van studenten die gebruik maken van de digitale onderwijsomgeving MathMatch voor de eindtoets Basiswiskunde binnen MathMatch is groter dan het slagingspercentage van studenten, die klassikaal onderwijs volgen.

Onderzoeksvraag 2: *Is het gemiddelde cijfer voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch hoger bij studenten die onderwijs hebben gekregen met het digitale onderwijssysteem MathMatch, dan bij studenten, die onderwijs hebben gekregen met een klassikaal onderwijssysteem?*

Resultaat: De student uit de klassikale groep KG Groep (2) heeft voor de post-toets het cijfer 4.2 gehaald. De student uit de MathMatch klas MM Groep (2) heeft voor de post-toets het cijfer 6.8 gehaald.

Conclusie 2: Het gemiddelde cijfer voor de post-toets is significant hoger voor studenten, die gebruik maken van de digitale onderwijsomgeving MathMatch.

Onderzoeksvraag 3: *Welke vorm van onderwijs, digitaal of klassikaal of een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs, wordt door de huidige student geprefereerd?*

Resultaat: Alle studenten uit beide groepen (100%) hebben een voorkeur voor een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs.

Conclusie 3: De studenten kiezen unaniem voor een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs en kiezen daarmee voor de voordelen van beide onderwijsomgevingen. De voordelen van klassikale onderwijsvorm zijn de contacten student-docent voor instructie en uitleg en de contacten met medestudenten voor motivatie. De voordelen van de digitale leeromgeving zijn het onbeperkt en anoniem oefenen en de directe feedback. Voorlopig is de kwaliteit van de klassikale uitleg kwalitatief beter dan die van het digitale onderwijssysteem.

Onderzoeksvraag 4: *Is de mate van self-efficacy van de student van doorslaggevend belang op zijn resultaten voor de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch?*

Resultaat: Alle studenten uit beide groepen (100%) scoren op een 5-puntsschaal voor het zelfbeeld met een 4.5 erg hoog. Toch heeft maar 1 student de eindtoets met een voldoende resultaat afgesloten.

Conclusie 4: **Het zelfbeeld van de studenten heeft geen effect op de resultaten van de post-toets basiswiskunde binnen MathMatch.**

Uit analyse van de schriftelijke vragenlijsten voor en na dit onderzoek worden de volgende conclusies getrokken. Deze conclusies worden onderverdeeld in 6 categorieën:

Kennis en leesvaardigheid van Nederlands:

De twee deelnemers aan het onderzoek voor wie Nederlands niet de moedertaal is, zijn als eersten afgehaakt. Naast de problemen, waarmee de andere deelnemers werden geconfronteerd hadden zij als extra probleem, kennis en leesvaardigheid van de Nederlandse taal. Hierdoor werden soms de vragen niet goed begrepen en was altijd meer tijd nodig voor het lezen en begrijpen van de vragen;

Kennis en vaardigheden in de omgang met computers:

Waar in de huidige tijd vaak direct wordt aangenomen, dat studenten vaardig zijn in het gebruik van computers en het gebruik van modelpakketten als Excel en modelsystemen als MathMatch, geeft dit onderzoek aan, dat dat slechts geldt voor 1 van de 4 studenten (25%). De resterende studenten (75%) scoren net onder of boven de 3 op een 5-puntsschaal.

Verschillende leerstrategieën:

Uit de literatuurstudie volgt, dat de kans op slagen voor een opleiding of een toets, wordt vergroot als de student beschikt over een scala van verschillende leerstrategieën. Binnen het onderwijs op Saxion wordt in het geheel geen aandacht besteed aan het informeren en onderwijzen van studenten op het gebied van leerstrategieën. Hier moet snel meer aandacht aan worden geschonken.

Zelfstudie:

Uit dit onderzoek blijkt dat de studiebelasting voor 2 studenten redelijk tot goed te noemen is en voor de 2 andere studenten ongeveer de helft zo groot is. Opvallend is, dat juist een student in de groep met de geringe studiebelasting, het juist zo zou moeten hebben van zelfstudie en oefening.

Cursus basiswiskunde:

Alle deelnemers (bijlage 9.4) met uitzondering van een student uit de KG groep, die de cursus niet heeft afgemaakt zijn geslaagd voor de reguliere schriftelijke wiskundetoets wis1. De 4 studenten die hebben deelgenomen aan het post-interview schrijven het slagen voor de toets toe aan deze cursus en zijn dan ook positief over deze extra cursus basiswiskunde.

Verbeteringen in MathMatch:

De verbeteringen in MathMatch, die worden voorgesteld door de deelnemers uit de KG en de MM groep worden onderverdeeld in 3 categorieën:

Invoer van antwoorden: de invoer van antwoorden moet eenvoudiger worden gemaakt. In een enkel geval komt het nog voor, dat het antwoord wel goed is, maar niet goed wordt ingevoerd in MathMatch;

Uitleg van vragen: de uitleg van vragen moet worden verbeterd. Sommige vragen worden wel uitgebreid en goed beantwoord, anderen niet goed of zelfs helemaal niet;

Wachttijd/responstijd: de wachttijd/responstijd van het model is te lang, waardoor irritaties ontstaan en de werkelijke toetstijd (aanzienlijk) wordt bekort;

Uitlogprocedure: De uitlogprocedure van het model moet worden aangepast. Indien een student de maximale toetstijd overschrijdt wordt niet automatisch de openstaande toets afgesloten en de toetsresultaten worden niet bewaard. Vervelender is dat de betreffende student, deze toets niet meer kan maken en ook geen andere (oefen)toetsen omdat het systeem aangeeft dat er nog een toets open staat, die overigens niet meer door de student kan worden geopend. De openstaande toets moet door de instructeur worden afgesloten.

Belonen van deelname aan het onderzoek: Slechts voor 1 van de 4 studenten (25%) blijkt de beloning van doorslaggevend belang te zijn. De overige studenten vinden de beloning wel fijn, maar vinden het beter worden in basiswiskunde van veel groter belang.

8. Discussie

Het is jammer, dat zo aan het einde van dit onderwijskundige onderzoek waarin veel kennis van en inzicht is verkregen in het complexe leerproces van studenten en waarin de resultaten van het onderzoek zijn uitgewerkt, ook inzicht ontstaat in de fouten en slordigheden, die zijn gemaakt bij dit onderzoek. Het moge duidelijk zijn, dat bij herhaling van dit onderzoek, een aantal zaken anders en beter zouden worden uitgevoerd.

Grootte van de controle groep en de experimentele groep :

De grootte van de controle groep (KG groep) en de experimentele groep (MM) zijn natuurlijk veel te klein om met enige betrouwbaarheid een uitspraak te kunnen doen over de onderzoeksvragen van dit onderzoek. Stel dat de groepen veel groter waren geweest, dan zouden de genoemde uitkomsten, gemiddelde waarden kunnen zijn. Er zouden dan ook standaardafwijkingen kunnen worden berekend. Er zou dan een hypothese kunnen worden geformuleerd, die door de resultaten van dit onderzoek zou worden bevestigd of verworpen. Op basis van de beschikbare resultaten zou de hypothese worden bevestigd, dat het gebruik van de moderne digitale leeromgeving MathMatch leidt tot een hoger slagingspercentage voor basiswiskunde en hogere toetscijfers. Ook volgt uit dit onderzoek, dat een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs wordt geprefereerd door de studenten en dat het 'believen in self-efficacy' bij de deelnemende studenten geen voorspellend vermogen heeft voor het wel of niet slagen voor de post-toets.

Een gelukkig toeval bij dit onderzoek, is dat na de afname van de post-toets basiswiskunde, op verzoek van studenten uit de MM groep, de klassikale lessen zoals de KG groep die kreeg, voor de beide groepen nog een paar keer heeft plaatsgevonden. Hierdoor is het mogelijk geweest ook de combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs te onderzoeken. Bij een volgend onderzoek worden 3 groepen geformeerd, waarbij in de derde groep basiswiskunde wordt onderwezen met een combinatie van digitaal en klassikaal onderwijs.

Tijdbesteding, startniveau, tijdregistratie:

Het startniveau van de studenten, kennis en inzicht in basiswiskunde, was naast volkomen ontoereikend, ook nog eens sterk verschillend. Opvallend is, dat de tijdsbesteding van vier deelnemende studenten een factor 2 verschilde en dat juist de minder begaafde studenten minder tijd aan de studie besteden, dan de meer begaafde studenten. De informatie over minder en meer begaafd volgt uit de resultaten van de pré-toets en wordt bevestigd door eigen waarneming. Jammer, want juist de wat minder begaafde studenten zouden niet minder maar juist meer tijd in de studie moeten steken. In een volgend onderzoek moet veel meer aandacht worden besteed aan de tijdbesteding van studenten aan deze cursus. Op grond van de pré-toets zou per student een advies voor de te besteden tijd kunnen worden gegeven. Als iedere week een formatieve toets zou worden gehouden, dan zou per week een aangepast advies over de te besteden studietijd kunnen worden gegeven. Ook zouden de deelnemende studenten wekelijks de bestede tijd moeten bijhouden en overleggen aan de docent.

Niveau van de MathMatch toetsen:

Het niveau van de toetsen ligt hoog. Met name voor basiswiskunde is dit juist toe te juichen. Toch is bij een recente controle van de pré- en post-toetsen geconstateerd dat een vraag waarin een stelsel van drie vergelijkingen met drie variabelen moet worden opgelost, voor de doelgroep te moeilijk en te tijdrovend is.

Dekking van basiswiskunde door de oefentoetsen in MathMatch?

De zeven oefentoetsen geven een vrij goede dekking van de basiswiskunde. De dekking is zeker nog niet volledig en zou bijvoorbeeld nog kunnen worden uitgebreid met goniometrie, rekenen met logaritmen en de basisregels van differentiëren en integreren.

Kwaliteit van de vragen (pré-vragenlijst):

In een aantal vragen is meer dan 1 vraag gesteld. Dit wekt verwarring bij sommige studenten waardoor vaak niet alle vragen worden beantwoord. In een volgend onderzoek moeten meer vragen specifiek gericht zijn op het vertrouwen van de studenten in de eigen competenties, waarbij ook meer vragen over de voorgeschiedenis in wiskunde op de middelbare school moeten worden gesteld.

Kwaliteit van de vragen (post-vragenlijst):

De vragen moeten zeer duidelijk en eenduidig worden gesteld, er mag bij de student geen twijfel bestaan over wat de student moet beantwoorden. Er is zeker een vraag (vraag 11) die hier niet aan voldoet!

Mondelinge interviews of schriftelijke vragenlijsten?

Het is in een onderwijskundig onderzoek gebruikelijk om mondelinge interviews af te nemen, terwijl in dit onderzoek juist is gekozen voor schriftelijke vragenlijsten. Dit is een bewuste keuze geweest, die waarschijnlijk ook is ingegeven door persoonlijke voorkeur. Wat moet het doel zijn van de vragen? Een snel niet of minder doordacht antwoord, dat in een eerste opwelling wordt gegeven, of een zorgvuldig overwogen antwoord dat een goed beeld geeft van de mening, inzet, motivatie en mentaliteit van de student? Het gaat toch om de kwaliteit van het antwoord en daarom is in dit onderzoek gekozen voor schriftelijke vragenlijsten.

Geen effect van het zelfbeeld of liever het vertrouwen in de eigen competenties op de resultaten van de post-toets binnen MathMatch?

Deze conclusie uit dit onderzoek is zonder meer de meest verrassende! In alle geraadpleegde literatuur is "Belief in self-efficacy", één van de belangrijkste randvoorwaarden voor het met succes afleggen van toetsen en opleidingen. Niet alleen op het gebied van onderwijs, maar op vrijwel alle gebieden in het leven (zie hoofdstuk 2). Nu zijn de gestelde vragen in de vragenlijst misschien niet optimaal, maar zijn toch zeker niet bijzonder slecht en het resultaat van de studenten op de vragen over het zelfbeeld is verbluffend. Alle studenten scoren hetzelfde en scoren met een 4.5 op een 5-puntsschaal erg hoog.

Bandura (1997) heeft direct al aangegeven, dat het geloof in eigen competenties een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van de leerling, maar dat de betreffende leerling wel over voldoende begaafdheid en cognitieve mogelijkheden moet beschikken.

Uit meerdere onderzoeken volgt, dat studenten te veel vertrouwen hebben in hun capaciteiten om wiskundige problemen op te lossen (Hackett & Betz, 1989; Pajares, 1996; Pajares & Kranzler, 1995; Pajares & Miller, 1994). Phan en Walker (2000a) hebben vastgesteld door het leggen van een relatie tussen self-efficacy en de prestatie van de individuele student, dat 53% een beeld heeft van de eigen capaciteiten, dat overeenkomt met de prestaties, 23% overschat de eigen capaciteiten en 24% onderschat de eigen mogelijkheden.

Uit de bovengenoemde onderzoeken blijkt, dat jongere studenten hun eigen mogelijkheden meer overschatten dan oudere studenten. Oudere studenten hebben door hun groter aantal leerervaringen, een beter beeld van hun eigen mogelijkheden gekregen. Toch lijkt enige overschatting van de eigen mogelijkheden nuttig, daar studenten hierdoor worden aangemoedigd om meer tijd en aandacht te besteden aan hun studie en deze studenten blijken meer doorzettingsvermogen te ontwikkelen.

Tempelaar (2007) constateert ook, dat in zijn onderzoek met name de Nederlandse studenten beschikken over veel vertrouwen in de eigen mogelijkheden. Vertrouwen, dat niet blijkt uit de resultaten. Tempelaar geeft ook aan, dat er meer mogelijkheden zijn om dit zelfvertrouwen op te bouwen. Deze mogelijkheden moeten wel nog in een goede relatie staan met de benodigde capaciteiten voor de te verrichten wiskundige taken.

Herkennen van vragen en antwoorden:

Er kleeft ook een gevaar aan het veel of zelfs onbepert oefenen met oefentoetsen. Begrijpt de student werkelijk de vragen na de zoveelste keer, of gaat de student de vraag herkennen en het goede antwoord op de vraag? Een remedie is in ieder geval veel variatie aan te brengen in vragen, in de antwoorden en in de volgorde van de antwoorden, waardoor steeds opnieuw moet worden nagedacht over de vraag en het antwoord.

Licht nadeel voor de KG groep:

De Klassikale Groep heeft veel minder gewerkt met MathMatch en heeft daardoor ook minder ervaring verkregen met dit digitale systeem. Misschien dat daardoor vragen, die de student wel wist, verkeerd zijn beoordeeld door gemaakte invoerfouten. Na de afronding van de toets had beter een gesprek kunnen plaatsvinden, aan de hand waarvan een correctie had kunnen plaatsvinden op de toetscore.

Grote uitval van studenten in de beide groepen:

Uiteindelijk hebben slechts 2 studenten zowel de pré- als de post-toets basiskennis wiskunde gemaakt. Dit betekent, dat van de 7 studenten, er slechts 2 studenten zijn, die dit onderzoek hebben afgerond. Voor de schriftelijke vragenlijsten is de score iets hoger, daar hebben 4 studenten dit deel van het onderzoek volledig afgerond.

Afstemming onderwijskundig onderzoek met docenten:

Dit onderzoek is afgestemd met de uren waarop de andere studenten uit hetzelfde jaar, lessen of practica moesten volgen. Het is jammer dat er geen overleg is geweest met de project coaches. Projectonderwijs wordt binnen Saxion belangrijk gevonden en ook de coaches leggen nogal wat druk op deze onderwijsvorm. Als er dus nieuwe afspraken moeten worden gemaakt voor projectoverleg met de coach, dan wordt er geen rekening gehouden met één student in de projectgroep, die al een afspraak heeft gemaakt voor een les of een toets basiswiskunde? Er had dus meer communicatie moeten plaatsvinden met de coaches om rekening te willen houden met de afspraken van studenten voor dit onderzoek. Dan was het misschien ook mogelijk geweest, eens een keer niet te hoeven deelnemen aan een projectoverleg.

Strakker regime:

Het mooie van een digitale pakket is natuurlijk, dat je wel naar die belangrijke projectvergadering kan gaan! Immers, je kan thuis of op een ander tijdstip op school werken met het digitale pakket. Het eerste wat studenten deden uit de MM groep toen hun werd verteld, dat zij in hun eigen tijd mochten oefenen, was stoppen met de oefeningen met MathMatch en het verlaten van de digitale toetsruimte. De studenten worden pas gemotiveerd als zij een tijdje met het pakket hebben gewerkt en eerste succeservaringen hebben beleefd. Op de een of andere manier moet met name in het begin van het onderzoek veel druk worden uitgeoefend om de studenten te motiveren om te beginnen.

Financiële prikkel:

In dit onderzoek is geen financiële beloning geboden. Mogelijk had deze extra prikkel (25 euro per student) geleid tot een minder hoge uitval van studenten.

Individuele benadering:

De niet-meewerkende studenten hadden individueel en persoonlijk benaderd moeten worden met de vraag waarom zij het betreffende onderdeel niet hebben afgerond. Aan deze studenten had nog een kans moeten worden geboden om één en ander op een ander tijdstip af te ronden!

Uitvoering van dit onderzoek:

Nu is dit onderzoek uitgevoerd in een druk ander kwartiel (vierde kwartiel) met een vrij selecte groep. Deze groep is namelijk aanbevolen door de wiskunde docenten op grond van de slechte resultaten op de toets wis1 (basiswiskunde). Het was beter geweest om direct bij het begin van het jaar (eerste kwartiel) de groep studenten te splitsen in 3 groepen. In ieder geval kon dan voor het onderwijs aan de drie groepen gebruik worden gemaakt van de gereserveerde tijd voor wis1.

Aanvullend onderzoek:

Er zijn meer wiskunde docenten, verbonden aan hogescholen, die werken met digitale programma pakketten. Tijdens dit onderzoek heb ik contact gehad met deze docenten (Kamminga, NLH en Grünefeld, Saxion) over de voordelen en nadelen van digitaal en klassikaal onderwijs. Met toestemming van beide docenten heb in hoofdstuk 5 een overzicht gegeven van hun ervaringen en conclusies met betrekking tot het werken met een digitaal onderwijssysteem.

Het is opvallend dat de ervaringen en conclusies in hoofdlijnen hetzelfde beeld geven. De motivatie van studenten wordt door deze systemen geprikkeld, de studie inzet van studenten neemt toe en de slagingspercentages nemen ook toe. Beide docenten kiezen voor een eindtoets die niet in de digitale onderwijsomgeving wordt gemaakt, maar die schriftelijk dient te worden gemaakt. Kamminga benadrukt dat naast onderwijs in het digitale systeem, er ook een klassikaal onderwijssysteem dient te zijn, voor persoonlijke ondersteuning bij het oefenen en bij noodgevallen, waarin studenten dreigen uit te vallen. Een belangrijke andere conclusie van Kamminga is de strakke aanpak, de noodzaak om studenten te leren hoe met een digitaal onderwijssysteem moet worden omgegaan. Sommigen dienen te worden overgenomen in een schrift en daar te worden opgelost. Vervolgens kijkt de student weer in het digitale systeem en kiest voor het juiste antwoord!

Zodra een student een meerkeuze vraag ziet en zeker in een digitaal systeem, dan lijkt het wel of de student alle kennis vergeet en gewoon maar iets gaat invullen. De conclusies en ervaringen van Kamminga en Grünefeld, komen voor zover van toepassing vrijwel exact overeen met de resultaten van dit onderzoek.



9. Referenties

9.1 Publicaties

- Abelson, R. (1979). Differences between belief systems and knowledge systems. *Cognitive Science*, 3, 355-366.
- Alexander, P.A., Murphy, P.K., Woods, B.S., & Duhon, K.E. (1997). College instruction and concomitant changes in students' knowledge, interest, and strategy use: A study of domain learning. *Contemporary Educational Psychology*, 22(2), 125-146.
- Bandura, A. (1973). *Social learning theory*. New York: General learning Press.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioural change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Bandura, A. (1983). Self-efficacy determinants of anticipated fears and calamities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 464-469.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of thought and Action: A social cognitive theory*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 586-598.
- Berry, J. M. (1987, September). A self-efficacy model of memory performance. Paper presented at the meeting of the American Psychological Association, New York.
- Calderhead, J. and Robson, M., 1991. Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education* 7 1, pp. 1-8.
- Chang, M. 2005. Applying self-regulated learning strategies in a Web-based instruction – An investigation of motivation perception. *Computer Assisted Language Learning*, 18(3), 217 -230.
- Craats, J. van de, R. Bosch., 2005. *Basisboek wiskunde*, Amsterdam, Pearson Education.
- Craats, J. van de, R. Bosch., 2007. *Basisboek rekenen*, Amsterdam, Pearson Education.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: D. C. Heath.
- Freudenthal, H. *Rekendidaktiek* (ongepubliceerd 1944) 91; Rijksarchief in Noord-Holland (RANH), Hans Freudenthal Papers, inv.nr. 465.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht, Reidel.
- Freudenthal, H. (1978). *Weeding and Sowing*. Dordrecht, Reidel.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht, Reidel.
- Freudenthal, H.(1987). *Schrijf dat op, Hans. Knipsels uit een leven*. Amsterdam, Meulenhoff.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education, China Lectures*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

- Hackett, G. & Betz, N. (1989). An Exploration of the Maths Self-Efficacy/Maths Performance Correspondence. *Journal of Research in Maths Education*, 20, 3, 261-273.
- Helbing, J.C. The self in career development; theory, measurement and counseling. Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam (in eigen beheer uitgegeven), 1987.
- James, W. (1975). *Pragmatism*. Cambridge, MA: Harvard University Press. (Original work published 1885)
- Lee, C. (1983). Self-efficacy and behavior as predictors of subsequent behavior in an assertiveness training programme, *Behavior Research and Therapy*, 21, pp. 225-232.
- Lee, C. (1984). Accuracy of efficacy and outcome expectations in predicting performance in a simulated assertiveness task, *Cognitive Therapy and Research*, Vol. 8, NO. 1, pp. 37-48
- Kamminga, M. (2006). Digitaal toetsen met Maple T.A. *Euclides* 81 (6), pp. 286-290.
- Kamminga, M. (2008). Digitaal toetsen vraagt een strakke aanpak. *Euclides* 83 (7), pp. 351-353.
- KNAW/ARW (1999). *De toekomst van het wiskunde-onderzoek in Nederland, Verkenningen deel 1*.
- la Bastide-van Gemert, S. (2006). "Elke positieve actie begint met critiek" : Hans Freudenthal en de didactiek van de wiskunde. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, 381 p.
- Markus, H. en Wurf, E. (1987). The Dynamic Self-Concept; a Social Psychological Perspective. *Annual Review of Psychology*. Vol. 38 (1987), onder redactie van H.R.Rosenszweig e.a. P.299-337.
- Maslow, A.H. (1943). A Theory of Human Motivation, *Psychological Review* 50(4) (1943):370-96.
- Maslow, A.H. (1954). *Motivation and Personality*. New York: Harper. pp. 236.
- Mead, G. H. (1982). The individual and the social self. Unpublished work of George Herbert Mead (D. L. Miller, Ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Moe, K. O., & Zeiss, A. M. (1982). Measuring self-efficacy expectations for social skills: A methodological inquiry. *Cognitive Therapy and Research*, 6, 191-205
- Nisbett, R. & Ross, L. (1980). *Human inference: Strategies and shortcomings of social judgment*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- Pajares, F. (1996a). Self-Efficacy Beliefs and Mathematical Problem-Solving of Gifted Students. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 325-344.
- Pajares, F. (1996b). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66, 543-578.
- Pajares, F. (1997). Current directions in self-efficacy research. In M. Maehr & P. R. Pintrich (Eds.). *Advances in motivation and achievement* (Vol. 10, pp. 1-49). Greenwich, CT: JAI Press.
- Pajares, F. & Kranzler, J. (1995). Self-Efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 20, 426-443.
- Pajares, F. & Miller, D. (1994). Role of Self-Efficacy and Self-Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving: A Path Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86, 193-203.

- Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. In R. Riding & S. Rayner (Eds.), *Self-perception* (pp. 239-266). London: Ablex Publishing.
- Parsons, F. *Choosing a Vocation*. Agathon Press, New York, 1967. (Oorspr. uitg. 1909)
- Phan, H. & Walker, R. (2000a). The predicting and mediational role of mathematics self-efficacy: A path analysis. From <http://www.aare.edu.au/00pap/pha00224.htm>.
- Phan, H. & Walker, R. (2000b). Maths Self-efficacy in Primary Schools: Evidence of A Hierarchical Structure. Paper Presented at the Inaugural International Self-Concept Conference. Self Research Centre, 5th-6th October.
- Piaget, J. (1936, 1963). *The origins of intelligence in children*. New York, W.W. Norton & Company, Inc.
- Piaget, J. (1937, 1954). *The construction of reality in the child*. New York, Basic Books.
- Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge*. Chicago, University of Chicago Press. 166 *Journal of Adolescent Research*, March 2001.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15, 1-12.
- Piaget, J. (1963, 2001). *The psychology of intelligence*. New York, Routledge.
- Pintrich, P.R. (2000a). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 92, 544-555.
- Pintrich, P.R. (2000b). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic.
- Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95, 667-686.
- Pintrich, P.R., & Schunk, D.H. (1996). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Rokeach, M. (1960). *The open and closed mind*. New York: Basic Books.
- Rokeach, M. (1968). *Beliefs, attitudes, and values: A theory of organization and change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schunk, D. H. (1981). Modeling and attributional effects on children's achievement: A self-efficacy analysis. *Journal of Educational Psychology*, 73, 93-105.
- Schunk, D. H. (1983). Reward contingencies and the development of children's skills and self-efficacy. *Journal of educational Psychology*, 75, 511-518.
- Schunk, D. H. (1985). Self-efficacy and classroom learning. *Psychology in the Schools*, 22, 208-223.
- Simpson, M.L., Stahl, N.A., & Francis, M.A. (2004). Reading and learning strategies: Recommendations for the 21st Century. *Journal of Development Education*, 28 (2) 2-4, 6, 8, 10-12, 14-15, 32.
- Streun, A. van (2001). Hoe staat ons Nederlands wiskunde onderwijs ervoor? *NAW* 5/2 (1), 42-50.
- Taborsky, O. Zelfconcept, zelfconceptverheldering en realiteitszin. *Handboek Leerlingbegeleiding*. Samsom, Alphen aan den Rijn, 1987, p.2220-1 t. 2220-17.
- Tempelaar, D.T., B. Rienties & W.H. Gijsselaers (2006). Internationalisering; en de Nederlandse student? *Onderzoek van Onderwijs*, 35 (3), 40-45.
- Tempelaar, D.T., B. Rienties & W.H. Gijsselaers (2007). Internationalisering; en de Nederlandse student? *Deel 2: Leerbenaderingen*. *Onderzoek van Onderwijs*, 36 (1), 4-9.

- Tempelaar, D. (2007). Onderwijzen of bijspijkeren? *NAW* 5/8 (1), 55-59.
- Tempelaar, D.T. (2008). De rol van prestatiemotivatie in leerprocessen. In: *Handboek Effectief opleiden*, onder red. van P.W.J. Schramade, pp. 7.9-4.01 – 7.9-4.22.
- Tempelaar, D.T., B. Rienties & B. Giesbers (2009). Who profits most from blended learning? *Industry & Higher Education*, 23 (4), 1-8.
- Verhoef, N.C. (2009). *The design of mathematics teaching for upper grades high school students: theory and practice (2^e review)*. *Journal for Research in Mathematics Education (JRME)*.
- Vermunt, J. (1994). *Leerstijlen en leerstrategieën van studenten. Tijdschrift VELON 1994*, 3.
- Wadsworth, L. M., Husman, J., Duggan, M. A. and Pennington. (2007). Online Mathematics Achievement: Effects of learning strategies and self-efficacy. *Journal of Developmental Education*, 30(3).
- Weinstein, C. E., Husman, J., & Dierking, D. R., (2000). Interventions with a focus on learning strategies. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation*. (pp. 727-747) San Diego: Academic Press. (Cited: GS 46)
- Weinstein, C. E., Meyer, D. K., Husman, J., Van Mater Stone, G., & McKeachie, W.J. (2002). Teaching students how to learn. In W. J. McKeachie (Ed.), *Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers* (11th ed.). Lexington, MA: D. C. Heath.
- Westhoff, G. (1996), Zelfstandig leren en zelfstandig leren is vier. In: *Levende Talen* (510), pp. 253 – 257.

9.2 Internet sites

Bijspijkeren wiskunde

<http://www.delta.tudelft.nl/nl/archief/artikel/bijspijkeren-in-de-vakantie/2895>

<http://www.twenteacademy.nl/bijspijkeren/bijspijkerkampen>

http://w3.tue.nl/nl/diensten/cec/pers_en_media/persberichten/1997/28_04_1997_tu_eindhoven_start_met_beurzen_voor_eerstejaars_students/

<http://www.ou.nl/eCache/DEF/2/07/318.html>

<http://www.fi.uu.nl/nkbw/>

Commissie-Verruijt (1997)

<http://www.delta.tudelft.nl/nl/archief/artikel/commissie-verruijt-voorziet-problemen-bij-b-232-ta-studies/8106>

Constructivisme, beschrijving (kunst, wiskunde, filosofie (kennisopbouw))

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Constructivisme>

<http://www.waarden.org/studie/hoeken/2artikelen/constructivisme/#functionaliteit>

Craats, Jan van de (algemeen)

<http://www.kennislink.nl/web/show?id=152255>

Digitale Universiteit (DU) (opgeheven per 1 januari 2007)

http://www.minocw.nl/documenten/digitaleuniversiteit-ou_rapport.pdf

<http://www.surffoundation.nl/du>

<http://www.mathmatch.nl/>

Freudenthal, Hans

http://nl.wikipedia.org/wiki/Hans_Freudenthal

Hans Freudenthal (bibliografie)

<http://portretten.library.uu.nl/nl/frames.html?freudenthal.bio>

Redactionele inleiding op De gehele jubileumbundel 'HF's werken aan onderwijs'

http://www.kennislink.nl/upload/136969_391_1126095786444-redactioneel_hf100.pdf

Artikel 100 jaar Freudenthal (17/9/1905-13-10-1990)

<http://www.kennislink.nl/web/show?id=136959>

ING: Instituut voor Nederlandse Geschiedenis

<http://www.inghist.nl/Onderzoek/Projecten/BWN/lemmata/bwn5/freudenthal>

Bastide-van Gemert, Sacha la (proefschrift over Freudenthal)

<http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/arts/2006/s.la.bastide.van.gem/>

Kamminga, Metha

<http://www.tech.nhl.nl/~kamminga/>

KNAW/ARW: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen / Akademie Raad voor de Wiskunde

De toekomst van het wiskunde-onderzoek in Nederland, 1999.

<http://www.knaw.nl/publicaties/pdf/90000006.pdf>

NWO: (De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek)

Strategieplan Wiskunde-onderzoek, 12 april 2002.

http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_595BT8

Onderwijsvernieuwing

<http://www.beteronderwijsnederland.nl/node/61>

http://www.surffoundation.nl/SFDDocuments/SURF_Onderwijsvernieuwingprojecten_04.pdf

http://www.trouw.nl/onderwijs/article1250118.ece/Onderwijsvernieuwing_De_leerling_is_niet_veranderd.html?all=true

<http://www.surfspace.nl/nl/Publicaties/pages/21leerprincipesvoordigitalelesopdrachten.aspx>

http://www.vub.ac.be/kwaliteitszorg/sites/default/uploads/Onderwijsvernieuwing_een_continu_proces.pdf

http://wilfredrubens.typepad.com/wilfred_rubens_weblog/2008/03/index.html



Piaget, Jean

Uitgebreide bibliografie Jean Piaget

<http://www.indiana.edu/~intell/piaget.shtml>

<http://www.stichtinghistos.nl/artpiaget.htm>

<http://facultyweb.cortland.edu/andersmd/PIAGET/PIAGET.HTML>

<http://jar.sagepub.com/cgi/reprint/16/2/150.pdf>

Overzicht (verwerking) artikelen Piaget (niet gratis)

<http://content.karger.com/ProdukteDB/produkte.asp?Aktion=ShowFulltext&ProduktNr=224249&Ausgabe=228259&ArtikelNr=57061>

Schoot, Frans van der (Cito 2008) onderwijs op peil? Een samenvattend overzicht van 20 jaar PPON

<http://www.volkskrant.com/bijlagen/rapportcito.pdf>

http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/onderzoek/deelname_onderzoek/ppon.aspx

Streun, Anne van

Hoe staat ons Nederlands wiskundeonderwijs ervoor?

<http://www.math.leidenuniv.nl/~naw/serie5/deel02/mrt2001/pdf/streun.pdf>

Het denken bevorderen (inaugurele rede)

<http://www.math.leidenuniv.nl/~naw/serie5/deel03/dec2002/pdf/streun.pdf>



10. Bijlagen

Bijlage 9.1	Controle groep en experimentele groep	47
Bijlage 9.2	Klassikaal onderwijs	49
Bijlage 9.3	Digitaal onderwijs	51
Bijlage 9.4	Pré vragenlijsten (7)	53
Bijlage 9.5	Post vragenlijsten (4)	63
Bijlage 9.6	Uitwerking van vragenlijsten in getalwaarden	71
Bijlage 9.7	Oefentoetsen	73
Bijlage 9.8	Pré-toets “WIS1 Beginniveau met MathMatch”	75
Bijlage 9.9	Post-toets “WIS1 Eindniveau met MathMatch”	85
Bijlage 9.10	Huiswerk maken op de computer	95



Bijlage 9.1 Controle groep en experimentele groep

De onderzoeksgroep bestaat uit acht 1^e jaars studenten bouwkunde aan de Saxion Hogeschool Enschede. De vooropleidingen van studenten worden genoemd in tabel 9.1.1

Student	Bouwkunde 2006-2007 Vooropleiding
1	niet bekend
2	mbo bouwkunde
3	havo-ng
4,5,6,7	havo-nt
8	havo-nt/ng

Tabel 9.1.1 Vooropleiding van de 8 studenten in de onderzoeksgroep

De studenten zijn begonnen met een pré-toets die bestaat uit 14 vragen en is opgebouwd uit de 7 geselecteerde toetsen. De vragen worden allen gewaardeerd met 1 punt, bij een score van 9 punten wordt de toets behaald. De maximale score voor deze toets is 14 punten.

De resultaten van deze toets staan in tabel 9.1.2. Aan de hand van deze scores en eigen voorkeur is een indeling gemaakt in de 2 groepen, de controle groep, KG (Klassikale groep) en de experimentele groep, MM (MathMatch groep). De som van de scores (totaalscore) voor de beide groepen (KG=5 en MM=5.83) zijn ongeveer hetzelfde.

Student	MathMatch entree toets		Groep	Cijfer toets
	Score (punten)	Totaalscore		(1-10)
1	4.00		KG	3.6
2	0.00		KG	1.0
3	1.00		KG	1.6
4	0.00		KG	1.0
5	0.00	5.00	KG	1.0
Gemiddelde score				1.6
1	0.33		MM	1.2
2	3.00		MM	2.9
3	2.50	5.83	MM	2.6
Gemiddelde score				2.2

Tabel 9.1.2 Indeling studenten in de groepen KG en MM

Voor het verkrijgen van een duidelijker beeld van de prestaties van de studenten worden de scores voor de toets (aantal punten) omgerekend naar cijfers op een schaal van 1 tot 10 met de formule $\text{cijfer} = 1 + \frac{\text{Aantal punten}}{14} * 9$. De beste student (3.6) zit in de KG groep maar ook de slechtste studenten (1.0) zitten in deze groep. De gemiddelde cijfers van de beide groepen (KG=1.6 en MM=2.2) liggen dicht bij elkaar.

Er mag dus worden geconcludeerd dat de beschikbare kennis en vaardigheid in basiswiskunde bij beide onderzoeksgroepen bij de aanvang van de cursus basiswiskunde zeer slecht zijn.



Bijlage 9.2 Klassikaal onderwijs

De KG groep heeft op de traditionele wijze onderwijs gehad. In een leslokaal is door de docent met lesmateriaal uit de oefentoetsen in MathMatch klassikaal les gegeven. De begeleiding door de docent bestaat uit 4 onderdelen:

- 1) uitleg van de stof;
- 2) stimulering en begeleiding van het zelfstandig werken in de klas door de studenten;
- 3) centrale uitleg van problemen; voordoet van moeilijke sommen;
- 4) opgeven van huiswerk (schriftelijke MathMatch toetsen)

Tijdens de lessen werd er goed gewerkt. Het huiswerk werd niet tot slecht gedaan.



Bijlage 9.3 Digitaal onderwijs

De MM groep heeft digitaal onderwijs genoten. De MM groep moest zich melden en ging vervolgens naar het computerlokaal om daar met het pakket MathMatch te werken aan de formatieve oefentoetsen. Zodra de toetsnorm was gehaald werd verder gegaan met een volgende toets. In het begin was deze groep verplicht te werken met MathMatch als de KG groep les had. In een later stadium is deze verplichting ingetrokken. Het oefenen met MathMatch kan ook thuis met een PC met internetverbinding worden gedaan.

De studenten uit de MM groep melden zich aan in een digitale klas met een userid en een wachtwoord. Vervolgens selecteren zij een toets en moeten zich dan aanmelden met hun userid en wachtwoord. Hierop start de oefentoets. Voor de oefentoetsen zijn de studenten niet gebonden aan een tijdlimiet en kunnen zij hulp vragen. Deze hulp varieert van aanwijzingen op twee niveaus tot een complete uitwerking van de som.

De studenten kunnen ook toetsen afleggen. Naast de zeven formatieve oefentoetsen zijn ook zeven summatieve toetsen gemaakt over dezelfde stof. De summatieve toetsen mogen slechts een paar keer worden gemaakt om prijsschieten te voorkomen en zijn gebonden aan een tijdlimiet. Bij deze toetsen worden vanzelfsprekend geen aanwijzingen meer gegeven.

Een digitale klas heeft een instructeur. Deze kan met een wachtwoord toegang krijgen tot een overzicht van de gemaakte toetsen en scores per student. De instructeur heeft zo een beeld van de studie inzet van de student en kan de student aanwijzingen geven, als bijvoorbeeld blijkt, dat de student steeds slecht blijft scoren op bepaalde onderdelen.

De digitale klas is te bereiken met de volgende link:

<http://amaple.science.uva.nl:8081/classes/saxion/>

Op deze site staan de toetsen. Een student, die zich heeft aangemeld klikt op een toets, moet dan inloggen en start met de toets. Alleen de instructeur heeft een overzicht van de studenten in de digitale klas en hun resultaten. Studenten kunnen dus volledig anoniem oefenen. Na de afronding van een formatieve oefentoets en/of een summatieve toets krijgt de student direct een melding of hij/zij de toets heeft gehaald en feedback. Later volgt nog een automatische melding per e-mail. Deze en uitgebreidere informatie wordt digitaal opgeslagen en is beschikbaar voor de instructeur.



Bijlage 9.4 Pré-vragenlijsten (7)

Overzicht pré-vragenlijsten student	Deelname in groep
1	KG
2	KG
3	KG
4	KG
1	MM
2	MM
3	MM



Interview (1) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 1
Onderzoeksgroep: KG

2: Vul hieronder je vooropleiding in:

Vooropleiding: HAVO-NT

3: Vind je wiskunde moeilijk en waarom?

Een beetje, omdat je veel moet oefenen

4: Was/ben jij een ijverige scholier/student?

Niet heel erg

5: Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?

Ja, want het is wel belangrijk om te kunnen snappen wat je doet met getallen

6: Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?

jazeker

7: Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?

Mwoah, ik kan er mee overweg

8; Heb je een eigen laptop of PC?

ja

9: Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?

ja

10; Heb je wel eens wat geprogrammeerd?

nee

11; Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?

(ik zie er absoluut niet tegen op: 1

ik zie er zeer tegen op: 10)

1

12: Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?

Jazeker, want ik zit toch op school om het onder de knie te krijgen

13: Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?

Ja, daar heb ik vertrouwen in

Interview (2) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1. Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 2
Onderzoeksgroep: KG

2. Vooropleiding: HAVO-NT

3. Vind je wiskunde moeilijk en waarom?

Het gaat te snel, je hebt er veel tijd voor nodig.

4. Was/ben jij een ijverige scholier/student?

Soms

5. Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?

Ik vind wiskunde belangrijk omdat je het voor deze opleiding nodig hebt.

6. Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?

Ja, zeker

7. Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?

Ja

8. Heb je een eigen laptop of PC?

Ja

9. Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?

Ja

10. Heb je wel eens wat geprogrammeerd?

Nee

11. Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?

(ik zie er absoluut niet tegen op: 1

ik zie er zeer tegen op: 10)

Mijn score: 2.5

12. Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?

Ja

13. Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?

Ja

Interview (3) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 3
Onderzoeksgroep: KG

2: Vooropleiding: HAVO-NT/NG

3: **Vind je wiskunde moeilijk en waarom?**
Soms wel, ligt aan de som en of ik me iets bij de som voor kan stellen

4: **Was/ben jij een ijverige scholier/student?**
Ligt aan de opdracht die ik krijg. Maar meestal als ik iets snap wil ik de som wel afmaken.

5: **Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?**
Ja dit is een belangrijk vak. Omdat je dit vak een basis is voor veel andere vakken.

6: **Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?**
Ja, ik wil wel goed worden in m'n later baan en werk.

7: **Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?**
Als de computer een beetje mee werkt ga ik er graag mee om.

8: **Heb je een eigen laptop of PC?**
Nee ik heb geen eigen laptop of pc. We delen thuis wel een PC met de hele familie.

9: **Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?**
Met excel heb ik vooral gewerkt voor de proefjes van MAM.

10: **Heb je wel eens wat geprogrammeerd?**
Nee, niet bewust.

11: **Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?**
(ik zie er absoluut niet tegen op: 1
ik zie er zeer tegen op: 10)
7

12: **Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?**
(Eigen behoefte: Als je de toetsen steeds niet haalt, dan heb je dus behoefte aan meer oefening en uitleg!)
Ja dit omdat je dan zelf je tijd in kan delen.

13: **Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?**
Ja als ik mee ga oefenen word ik er wel beter in.

Interview (4) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 4
Onderzoeksgroep: KG

2: Vooropleiding: HAVO NT

3: Vind je wiskunde moeilijk en waarom?

Ik vind wiskunde wel lastig omdat je met een klein foutje zo op een ander antwoord uitkomt. En bij de toetsen kijken ze niet naar de uitwerkingen maar alleen naar het antwoord.

4: Was/ben jij een ijverige scholier/student?

Jawel

5: Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?

Ik vind het wel belangrijk omdat het een basis vormt voor veel andere vakken.

6: Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?

Ja

7: Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?

Gaat wel

8: Heb je een eigen laptop of PC?

Ja een eigen laptop

9: Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?

Ja met Excel

10: Heb je wel eens wat geprogrammeerd?

Nee

11: Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?

(ik zie er absoluut niet tegen op: 1

ik zie er zeer tegen op: 10)

6

12: Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?

Op zich wel maar dan moet het programma niet te moeilijk werken.

13: Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?

Jawel

Interview (5) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: **Vul hieronder je naam in en je studienummer:**

Student: 1
Onderzoeksgroep: MM

2: **Vooropleiding:** MBO Bouwkunde

3: **Vind je wiskunde moeilijk en waarom?**

Ja/Nee, bepaalde onderdelen zijn lastig en soms snap ik onderdelen wel, maar zodra we uitleg hebben gehad van de leraar snap ik er soms niks meer van.

4: **Was/ben jij een ijverige scholier/student?**

Ja/Nee, Heb vroeger school gehaald zonder of weinig ervoor te doen, tenzij het erop aankwam dan deed ik er wel wat aan.

5: **Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?**

Nee, in de meeste banen heb je geen wiskunde nodig, het is wel handig als je het ooit nodig hebt.

6: **Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?**

Ja

7: **Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?**

Ja

8; **Heb je een eigen laptop of PC?**

Ja

9: **Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?**

Ja

10; **Heb je wel eens wat geprogrammeerd?**

Ja

11; **Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?**

(ik zie er absoluut niet tegen op: 1

ik zie er zeer tegen op: 10)

7

12: **Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?**

Ja, het is wel handig om dit te kunnen oefenen met een ander programma en dit in mijn eigen tijd kan doen.

13: **Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?**

Wel beter in wiskunde maar goed niet, daar moet je ook inzicht voor hebben.

Interview (6) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 2
Onderzoeksgroep: MM

2: Vooropleiding: HAVO-NT

3: Vind je wiskunde moeilijk en waarom?
nee

4: Was/ben jij een ijverige scholier/student?
Niet helemaal

5: Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?
Nee, over het algemeen niet want naast de basiskennis gebruik je veel van de wiskunde niet meer in de rest van je leven

6: Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?
Ja

7: Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?
Ja, redelijk

8: Heb je een eigen laptop of PC?
ja

9: Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?
ja

10: Heb je wel eens wat geprogrammeerd?
nee

11: Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?
(ik zie er absoluut niet tegen op: 1
ik zie er zeer tegen op: 10)
2

12: Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?
ja
(Eigen behoefte: Als je de toetsen steeds niet haalt, dan heb je dus behoefte aan meer oefening en uitleg!)

13: Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?
ja

Interview (7) Basiswiskunde en gebruik van MathMatch

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 3
Onderzoeksgroep: MM

2: Vooropleiding: HAVO-NG

3: **Vind je wiskunde moeilijk en waarom?**
Ik vind wiskunde wel moeilijk, maar weet niet precies waarom. Wel vind ik dat met de toetsen andere “moeilijkere” vragen worden gesteld.

4: **Was/ben jij een ijverige scholier/student?**
Als het mij interesseert wel, wiskunde dus niet. Dat komt misschien omdat ik het moeilijk vind.

5: **Vind jij wiskunde een belangrijk vak en waarom?**
Ik vind de wiskunde die we tot nog toe hebben gehad niet echt belangrijk omdat ik het niet terug zie komen bij de andere vakken.

6: **Wil jij goed worden in je opleiding en later in je werk?**
Ja ik uiteraard goed worden in mijn werk en goed werk af leveren waar ik ook zelf tevreden over kan wezen.

7: **Ga je graag met computers om en ben je goed in/met computers?**
Ik ga graag om met computers en ben er ook goed in.

8: **Heb je een eigen laptop of PC?**
Ik heb een eigen laptop tot mijn beschikking.

9: **Heb je wel eens gewerkt met Excel of een ander spreadsheet programma?**
Naast de basiscursus die we hebben gehad in de opleiding heb ik wel meer met Excel gewerkt en kan er dus wel mee over weg.

10; **Heb je wel eens wat geprogrammeerd?**
Ja, maar dan vooral op website gebied (php, java en dergelijke)

11; **Zie je er tegen op om weer te moeten leren werken met een nieuw programma pakket (MathMatch)? Geef een score aan op schaal (1.10)?**

(ik zie er absoluut niet tegen op: 1

ik zie er zeer tegen op: 10)

4 , hoop dat het niet te afwijkend werkt al bekende programma's

12: **Vind jij het prettig om in je eigen tijd en naar behoefte te kunnen oefenen met wiskunde mbv Mathmatch?**
Ja dat vind ik erg prettig

13: **Heb jij er vertrouwen in dat als je (meer) gaat oefenen met wiskunde, je gewoon goed kan worden in wiskunde?**
Heb er niet zo veel vertrouwen in, het moet je ook wel een beetje liggen denk ik.



Bijlage 9.5 Post-vragenlijsten (4)

Overzicht post-vragenlijsten student	Deelname in groep
1	KG
2	KG
1	MM
2	MM



Interview (1) Ervaringen met MathMatch en/of de lessen

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 1
Onderzoeksgroep: KG

- 2: **Wat vond je prettiger oefenen met MathMatch of de lessen volgen?**
Ik vond de lessen prettiger omdat er op die manier persoonlijker met studenten om kan worden gegaan
- 3: **Wat vond je prettig aan het werken met MathMatch?**
Dat je zelf kunt indelen wanneer je wat doet
- 4: **Wat vond je onprettig met het werken aan MathMatch?**
Dat het onpersoonlijk is
- 5: **Geef je suggesties voor verbeteringen mbt de (oefen)toetsen, MathMatch etc?**
Een vaste datum geven waarop het ingeleverd moet zijn
- 6: **Heb je wat gehad aan deze cursus? Geef een cijfer voor deze cursus (MathMatch, MathMatch met klassikale lessen, klassikale lessen)?**
Klassikale lessen: 8,5
- 7: **Welke keuze heeft jouw voorkeur?**
a: zelfstandig oefenen met MathMatch zonder feedback van de docent
b: zelfstandig oefenen met MathMatch met feedback van de docent
c: zelfstandig oefenen met MathMatch in combinatie met klassikale instructie
d: **klassikale instructie en oefenen met MathMatch**
e: wat is jouw ideale combinatie van instructie en oefenen?
- 8: **Zou jij in de toekomst nog wel eens gebruik willen maken van MathMatch? Voor bv wiskunde 5 of voor de herhaling van bv basiswiskunde?**
Het is wel fijn om de mogelijkheid te hebben, maar als verplichting hoeft het niet van mij.
- 9: **Heb jij naar je eigen gevoel voldoende gewerkt in deze cursus, maw ben je tevreden over je eigen inzet?**
Ja, ik ben wel tevreden
- 10: **Als je niet tevreden bent over je eigen inzet, kun je dan toelichten, waarom je inzet niet voldoende is geweest?**
a: te druk met projecten en tentamens voor andere vakken?
b: je vond de cursus slecht?
c: je had geen zin, moeite om je te motiveren?
d: vult u maar in?
- 11: **Hoeveel uren per week (ma-zo) werk je aan je studie?**
10 uur in het begin van het project tot een stuk of 60 in de laatste week
- 12: **Heeft deze cursus voldaan aan je verwachting? Zo ja geef een toelichting? Zo nee, geef ook een toelichting?**
Ja, mijn verwachting was dat ik het onder de knie zou krijgen en dat is gelukt met een V voor de herkansing van wiskunde 2, in die toets kwam heel veel terug van wiskunde 1 en omdat ik dat snapte ging het veel beter.
- 13: **Vind je de beloning belangrijk (meer dan 1 punt op je volgende toetscijfer!)?**
Belangrijk niet, maar ik ben er wel blij mee.
- 14: **Geef alle opmerkingen die je nog wilt maken?**
-

Interview (2) Ervaringen met MathMatch en/of de lessen

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 2
Onderzoeksgroep: KG

2: **Wat vond je prettiger oefenen met MathMatch of de lessen volgen?**

Ik vond de lessen volgen prettiger, omdat je gelijk kunt vragen en een duidelijk antwoord hebt als je iets niet snapt.

3: **Wat vond je prettig aan het werken met MathMatch?**

Het werken op eigen tempo en het werken aan dingen die jouw niet liggen. Dit is in de les wat moeilijker

4: **Wat vond je onprettig met het werken aan MathMatch?**

Dat de uitleg niet altijd helemaal duidelijk is.

5: **Geef je suggesties voor verbeteringen mbt de (oefen)toetsen, MathMatch etc?**

Bij de uitleg een simpel voorbeeld zodat je de theorie achter de vraag gaat begrijpen.

6: **Heb je wat gehad aan deze cursus? Geef een cijfer voor deze cursus (MathMatch, MathMatch met klassikale lessen, klassikale lessen)**

Ja, ik denk dat ik mede hierdoor mijn wiskunde 2 heb gehaald, ik geef het een 7.

7: **Welke keuze heeft jouw voorkeur?**

- a: zelfstandig oefenen met MathMatch zonder feedback van de docent
- b: zelfstandig oefenen met MathMatch met feedback van de docent
- c: zelfstandig oefenen met MathMatch in combinatie met klassikale instructie
- d: klassikale instructie en oefenen met MathMatch

8: **Zou jij in de toekomst nog wel eens gebruik willen maken van MathMatch? Voor bv wiskunde 5 of voor de herhaling van bv basiswiskunde?**

Ja, dit lijkt me handig.

9: **Heb jij naar je eigen gevoel voldoende gewerkt in deze cursus, maw ben je tevreden over je eigen inzet?**

Mijn inzet qua wiskunde 1 had nog wel wat meer gekund. Maar aangezien we het nogal druk hadden met het project kwam het ook een beetje ongelegen.

10: **Als je niet tevreden bent over je eigen inzet, kun je dan toelichten, waarom je inzet niet voldoende is geweest? A**

- a: te druk met projecten en tentamens voor andere vakken?
- b: je vond de cursus slecht?
- c: je had geen zin, moeite om je te motiveren?
- d: vult u maar in?

11: **Hoeveel uren per week (ma-zo) werk je aan je studie?**

Ligt eraan in welke periode maar gemiddeld zon 12 uur thuis

12: **Heeft deze cursus voldaan aan je verwachting? Zo ja geef een toelichting? Zo nee, geef ook een toelichting?**

Ik wist niet precies wat ik moest verwachten maar ik ben wel tevreden over deze cursus.

13: **Vind je de beloning belangrijk (meer dan 1 punt op je volgende toetscijfer!)?**

Daarom heb ik het eigenlijk niet gedaan, ik wil beter worden in wiskunde om de volgende kwartelen te halen.

14: **Geef alle opmerkingen die je nog wilt maken?**

Interview (3) Ervaringen met MathMatch en/of de lessen

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 1
Onderzoeksgroep: MM

2: **Wat vond je prettiger oefenen met MathMatch of de lessen volgen?**

De combinatie van beiden vond ik prettig, de computer kan niet al je vragen beantwoorden en de uitleg schiet soms ook tekort. Dit kan in de les goed behandeld worden en ook de stappen die je moet nemen om tot een oplossing te komen zijn fijn om in de les uitgelegd te krijgen.

3: **Wat vond je prettig aan het werken met MathMatch?**

Ik vond het prettig dat je eindeloos sommen kan maken waarbij je als je het niet weet om uitleg kan vragen. Ook is het fijn om naderhand de vragen na te lopen met de uitleg erbij.

4: **Wat vond je onprettig met het werken aan MathMatch?**

Onprettig vond ik zoals eerder aangegeven dat het programma soms tekort schoot bij de uitleg. Verder vond ik de manier van invoeren van de antwoorden, onhandig en ging ik daar vaak de mist in.

5: **Geef je suggesties voor verbeteringen mbt de (oefen)toetsen, MathMatch etc?**

Eenvoudiger invoer van de antwoorden, hoewel dit waarschijnlijk niet mogelijk is omdat de computer het dan niet meer kan controleren.

6: **Heb je wat gehad aan deze cursus? Geef een cijfer voor deze cursus (MathMatch, MathMatch met klassikale lessen, klassikale lessen?)**

Ik heb zeker wat gehad aan deze cursus, ik heb immers de toets erdoor gehaald.

7: **Welke keuze heeft jouw voorkeur?**

- a: zelfstandig oefenen met MathMatch zonder feedback van de docent
- b: zelfstandig oefenen met MathMatch met feedback van de docent
- c: zelfstandig oefenen met MathMatch in combinatie met klassikale instructie
- d: klassikale instructie en oefenen met MathMatch

e; klassikale instructie daarna zelfstandig oefenen met MathMatch, waarna feedback van de docent

8: **Zou jij in de toekomst nog wel eens gebruik willen maken van MathMatch? Voor bv wiskunde 5 of voor de herhaling van bv basiswiskunde?**

Ja, ik denk het wel, hoewel ik eigenlijk veel liever een goed wiskunde boek heb waar duidelijk uitleg, goede opgaven en uitgebreide antwoorden in staan.

9: **Heb jij naar je eigen gevoel voldoende gewerkt in deze cursus, maw ben je tevreden over je eigen inzet?**

Nee eigenlijk niet, ik nam niet vaak de moeite om thuis uitgebreid met mathmatch te werken.

10: **Als je niet tevreden bent over je eigen inzet, kun je dan toelichten, waarom je inzet niet voldoende is geweest?**

- a: te druk met projecten en tentamens voor andere vakken?
- b: je vond de cursus slecht?
- c: je had geen zin, moeite om je te motiveren?
- d: vult u maar in?

C de stof die behandeld werd vond ik niet zo interessant, misschien omdat ik het niet helemaal begreep, maar ik vind andere onderdelen van wis leuker om te doen

11: **Hoeveel uren per week (ma-zo) werk je aan je studie?**

Ik denk dat ik ongeveer 20 uur per week aan mijn studie werkte, maar ik weet het niet meer zeker.

12: Heeft deze cursus voldaan aan je verwachting? Zo ja geef een toelichting? Zo nee, geef ook een toelichting?

Eigenlijk wist ik niet goed wat ik moest verwachten omdat er vooraf weinig informatie over de cursus was gegeven. Maar ik vond de cursus ondanks wat imperfecties in het Math Match programma toch geslaagd.

13: Vind je de beloning belangrijk (meer dan 1 punt op je volgende toetscijfer!)?

Ook al zou dit misschien niet zo moeten zijn, maar het is toch fijn dat je inzet aan het eind beloond wordt met iets extra's

14: Geef alle opmerkingen die je nog wilt maken?

n.v.t.

Interview (4) Ervaringen met MathMatch en/of de lessen

1: Vul hieronder je naam in en je studienummer:

Student: 2
Onderzoeksgroep: MM

- 2: **Wat vond je prettiger oefenen met MathMatch of de lessen volgen?**
Ik vind het werken met MM naar een tijdje toch ook wel lekker werken, maar uitleg zo als in de les word gegeven is strikt nootzakelijk.
- 3: **Wat vond je prettig aan het werken met MathMatch?**
Je eigen tijd in kunnen delen vond ik er prettig en meteen je resultaat kunnen zien vind ik ook zeker een plus punt.
- 4: **Wat vond je onprettig met het werken aan MathMatch?**
De lange laattijd is erg irriterend en het is wel even wennen aan de invoer.
- 5: **Geef je suggesties voor verbeteringen mbt de (oefen)toetsen, MathMatch etc?**
Meer gebruik van de help functie. Dit zou een midden weg kunne/moeten wezen voor de hou dit i do it. Bij de ene toets werkte de help wel aardig, maar bij de andere weer helemaal niks en stond er alleen iets algemeen.
- 6: **Heb je wat gehad aan deze cursus? Geef een cijfer voor deze cursus (MathMatch, MathMatch met klassikale lessen, klassikale lessen)**
Ik heb er zeker wat aan gehad. Ik moet wel toegeven dat ik niet het onderste uit de kan heb gehaald maar het was zeker leerzaam.
MM alleen krijgt een 5+
MM en lessen een 7
Alleen lessen een 6
- 7: **Welke keuze heeft jouw voorkeur?**
a: zelfstandig oefenen met MathMatch zonder feedback van de docent
b: zelfstandig oefenen met MathMatch met feedback van de docent
c: zelfstandig oefenen met MathMatch in combinatie met klassikale instructie
d: klassikale instructie en oefenen met MathMatch
- 8: **Zou jij in de toekomst nog wel eens gebruik willen maken van MathMatch? Voor bv wiskunde 5 of voor de herhaling van bv basiswiskunde?**
Voor wis5 zou ik het nog wel een keer raadplegen als ik het niet zelf stadig uit kwam. Ik zou het denk ik niet zo snel raadplegen om basiswiskunde te gaan herhalen.
- 9: **Heb jij naar je eigen gevoel voldoende gewerkt in deze cursus, maw ben je tevreden over je eigen inzet?**
Ik ben niet tevreden over mijn eigen inzet, het was erg minimaal. Maar het kwam waarschijnlijk mede door de omstandigheden.
- 10: **Als je niet tevreden bent over je eigen inzet, kun je dan toelichten, waarom je inzet niet voldoende is geweest?**
a: te druk met projecten en tentamens voor andere vakken?
b: je vond de cursus slecht?
c: je had geen zin, moeite om je te motiveren?
- 11: **Hoeveel uren per week (ma-zo) werk je aan je studie?**
Ik neem aan dat U bedoeld om de basis lessen heen.
Dan besteed ik ongeveer 20 uur thuis aan mijn studie. (per week)

12: Heeft deze cursus voldaan aan je verwachting? Zo ja geef een toelichting? Zo nee, geef ook een toelichting?
Ik vind dat u dit niet zo kunt stellen, het was iets heel nieuws en onbekends dus heb je ook niet echt vergelijkingsmateriaal.

13: Vind je de beloning belangrijk (meer dan 1 punt op je volgende toetscijfer!)?
Dat vind ik zeker belangrijk. Als dat niet het geval is zou ik er minder tijd in steken.

14: Geef alle opmerkingen die je nog wilt maken?
Er zijn zeker wel punten waar het systeem op verbeterd kan worden. Het is wel zo dat het nooit de klassikale lessen kan vervangen. Ook omdat je dan niet alleen leest, maar ook zelf mee schrijft en dingen hoort en met andere studenten kan overleggen en dergelijke.

De eind toets ga ik zeker nog maken, maar ik heb het een beetje druk met werk. Maar ik ga het zeker doen

Bedankt voor alle tijd die ook u er in heeft gestoken!!!

Bijlage 9.6 Uitwerking van vragenlijsten in getalwaarden

Voor de analyse van de vragenlijsten zijn een paar categorieën vragen uit de pré-vragenlijst en 1 vraag uit de post-vragenlijst verwerkt tot getalwaarden.

Groepen	KG Groep		MM Groep	
Student:	1	2	1	2
Pré-vragenlijst				
Vooropleiding:	HAVO-NT	HAVO-NT/NG	HAVO-NT	HAVO-NG
Wiskunde:				
Pré-vraag 2	4	4	1	5
Pré-vraag 4	5	5	1	1
Gemiddelde	4	4	1	5
Computers:				
Pré-vraag 7	3	4	4	5
Pré-vraag 8	5	2	5	5
Pré-vraag 9	5	4	5	5
Pré-vraag 10	1	1	1	4
Gemiddelde	3.5	2.75	3.75	4.75
Zelfbeeld:				
Pré-vraag 4	3	3	3	3
Pré-vraag 6	5	5	5	5
Pré-vraag 11	1	4	2	4
Pré-vraag 12	5	5	5	5
Pré-vraag 13	5	5	5	5
gem	4.5	4.5	4.5	4.5
Post-vragenlijst				
Zelfstudie:				
Post-vraag 11	10	12	20	20
Totaal (1)	12	11.25	9.25	14.25
Totaal (2)	8	7.25	8.25	9.25
Totaal (3)	18	19.25	28.25	29.25

Tabel 9.6.1 Conversie van antwoorden op vragen uit pré- en post-vragenlijsten naar getalwaarden

Pré- en post-vragenlijsten

Pré-vragenlijst

Pré-vraag 2

Wat is je vooropleiding

Wiskunde: (2 vragen) (1 niet 5 wel moeilijk)

Pré-vraag 3

Vind je wiskunde moeilijk?

Pré-vraag 5

Vind je wiskunde belangrijk?

Computers: (4 vragen) (1 niet 5 wel vaardig)

Pré-vraag 7

Ben je goed met computers?

Pré-vraag 8

Heb je een computer (thuis, privé)?

Pré-vraag 9

Heb je wel eens gewerkt met Excel?

Pré-vraag 10

Heb je wel eens wat geprogrammeerd?

Zelfbeeld: (5 vragen) (1 niet 5 wel)

Pré-vraag 4

Ben je een ijverige student?

Pré-vraag 6

Wil je goed worden in de opleiding, je werk?

Pré-vraag 11

Zie je er tegen op om iets nieuws te moeten leren?

Pré-vraag 12

Vind je het prettig om in eigen tijd te kunnen oefenen?

Pré-vraag 13

Heb je vertrouwen dat je beter kunt worden in wiskunde?

Post-vragenlijst (1 vraag) Aantal uren

Zelfstudie (in uren per week)

Post-vraag 11

Hoeveel uren per week (ma-zo) werk je aan je studie?

Indeling van vragen in categorieën uit de post-vragenlijst:

Ervaringen met MathMatch?

- Post-vraag 2 Wat vind je prettiger lessen volgen of werken met MM?
Post-vraag 3 Wat vind je prettig aan het werken met MM?
Post-vraag 4 Wat vind je niet prettig aan het werken met MM?
Post-vraag 7 Wat heeft jouw voorkeur (MM of een docent; 4 combinaties)?

Verbeteringen in MathMatch

- Post-vraag 5 Suggesties voor verbeteringen in MathMatch?

Waardering cursus

- Post-vraag 6 Kies uit 3 combinaties (MM, MM + feedback, MM + klassikale les)?
Post-vraag 12 Heeft de cursus voldaan aan je verwachting?

Toekomstig gebruik

- Post-vraag 8 Zou je in de toekomst nog eens gebruik willen maken van MathMatch?

Zelfstudie

- Post-vraag 9 Is je inzet voor deze cursus voldoende geweest?
Post-vraag 10 Als je niet tevreden bent, wat is dan de reden geweest?
Post-vraag 11 Hoeveel uren per week werk je aan je studie?

Beloning

- Post-vraag 13 Vind je de beloning (extra punt) belangrijk?

Tabel 9.6.2 *Indeling van vragen uit de post-vragenlijst in categorieën*

Bijlage 9.7 Oefentoetsen

Een algemene definitie van de lesstof binnen basiswiskunde is moeilijk te geven. In overleg met de wiskunde sectie van Saxion Hogeschool Enschede is de volgende selectie gemaakt:

- 1: Rekenen met machten en wortels;
- 2: Rekenen met letters;
- 3: Merkwaardige producten;
- 4: Breuken met letters;
- 5: Eerste graads vergelijkingen;
- 6: Tweedegraads vergelijkingen;
- 7: Stelsels eerstegraads vergelijkingen.

Voor de genoemde onderwerpen zijn oefentoetsen gemaakt. Een aantal van deze toetsen bestaat uit veel vragen (20-26) omdat binnen deze onderwerpen een groot aantal subcategorieën zijn gedefinieerd.

Een overzicht van de oefentoetsen met het aantal vragen en de norm voor het slagen staat in tabel 9.7.1.

Oefen toetsen	Vragen	Voldoende
	Totaal	Norm
03 - Oefenen met Machten en wortels	20	12
04 - Oefenen met rekenen met letters	26	16
05 - Oefenen met Merkwaardige producten	12	8
06 -Oefenen met Breuken met letters	12	8
09 - Oefenen met Eerstegraadsvergelijkingen	13	8
10 - Oefenen met Tweedegraadsvergelijkingen	22	14
11 - Oefenen met Stelsels eerstegraadsvergelijkingen	6	4

Tabel 9.7.1 Oefentoetsen in MathMatch

De norm voor het slagen voor de toetsen is bewust hoger gelegd dan de gebruikelijke norm bij een schriftelijke toets. Bij een schriftelijke toets zou bij 10 goed beantwoorde vragen het cijfer 5.5 afgerond worden naar een 6.

Deze toetsen worden vooral gezien als oefenmateriaal. Na voldoende oefening mag worden deelgenomen aan de summatieve toets.

Aan het begin van dit onderzoek is een pré-toets afgenomen om het niveau vast te leggen van de beheersing van basiswiskunde door de onderzoeksgroep. Deze toets is samengesteld uit de oefentoetsen en bevat twee vragen van elke oefentoets. Aan het eind van dit onderzoek is een post-toets afgenomen voor beide groepen. Beide toetsen zijn afgenomen met MathMatch in een computerlokaal.



Bijlage 9.8 Pré-toets “WIS1 Beginniveau met MathMatch”

Afdruk van de pré-toets “WIS1 met MathMatch Toets” (14 vragen, norm 9 vragen)



Name: _____ Class: MathMatch bij Saxion
Class #: _____ Section #: _____
Instructor: Don Duizendstra Assignment: WIS1 Beginniveau met Mathmatch

Question 1: (1 point)

Schrijf $\sqrt[4]{49} : \sqrt{7}$ als wortel in standaardvorm.

Schrijf een n -de machtswortel op als macht met exponent $1/n$ (dus voer

bijvoorbeeld $\sqrt[3]{4}$ in als $4^{(1/3)}$) of gebruik de formule editor.

Question 2: (1 point)

[5.25-5.27] Werk de haakjes uit: $(y - 3)(y + 3)$.

Question 3: (1 point)

Werk de haakjes uit in $(-2 v + 5 u - 4)^2$.

Question 4: (1 point)

Breng onder één noemer, vereenvoudig en werk vervolgens alle haakjes uit:

$$\frac{5}{x-3} + \frac{5}{x+3}.$$

Question 5: (1 point)

Los het volgende stelsel vergelijkingen op:

$$\begin{cases} -3x - 4y + 13z = -16 \\ 2x + 2y - 10z = -16 \\ x + 4y + 9z = 32 \end{cases}$$

$x =$ _____, $y =$ _____ en $z =$ _____.

Question 6: (1 point)

Fill in the blanks:

Bepaal de oplossing x van de vergelijking $5x - 6 = 6$.

$x =$ _____

Question 7: (1 point)

(i) De ongelijkheid $-9z + 5 \geq 9z + 8$ kan in de volgende gedaante geschreven worden

(a) $z \geq a$

(b) $z < a$

(c) $z > a$

(d) $z \leq a$

(ii) met $a =$

Question 8: (1 point)

Los het volgende stelsel vergelijkingen op:

$$\begin{cases} -5x - 10y = 10 \\ 6x + 11y = 5 \end{cases}$$

$x =$ _____ en $y =$ _____.

Question 9: (1 point)

[5.20] Ontbind de volgende uitdrukkingen in factoren: $r^4 - s^4 t^4$.

Question 10: (1 point)

Gegeven is de vergelijking $x^2 - 7x + 4 = 0$.

(a) Fill in the blanks:

Bepaal getallen a en b zodat de gegeven vergelijking equivalent is met de vergelijking $(x + a)^2 = b$.

Als een getal een breuk is, dan dient u die eerst te vereenvoudigen. Gebruik *geen* haakjes in uw antwoord.

$a = \underline{\hspace{2cm}}$, $b = \underline{\hspace{2cm}}$.

(b) Bepaal alle oplossingen van de gegeven vergelijking.

Belangrijk: lees de instructie hieronder, alsmede de Hint!

Question 11: (1 point)

Bepaal alle oplossingen x van de vergelijking $\frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{3}x - \frac{5}{4} = 0$.

Belangrijk: lees de instructie hieronder, alsmede de Hint!

Question 12: (1 point)

Breng zo veel mogelijk factoren buiten haakjes in $8xy^2 + 4x$.

Question 13: (1 point)

Schrijf $-\sqrt{2} + 3\sqrt{34}$ in standaardvorm, dat wil zeggen in de vorm $a\sqrt{b}$ waarbij a een geheel getal is en \sqrt{b} een onverenigbare wortel is.

Question 14: (1 point)

Breng onder één noemer, vereenvoudig en werk vervolgens alle haakjes uit:

$$\frac{p-q}{5p^2-q} + \frac{p-5q}{5p^2+q}$$





Bijlage 9.9 Post-toets “WIS1 Eindniveau met MathMatch”

Afdruk van de post-toets “WIS1 Eindtoets met MathMatch” (14 vragen, norm 9 vragen)



Name: _____ Class: MathMatch bij Saxion
Class #: _____ Section #: _____
Instructor: Don Duizendstra Assignment: WIS1 Eindniveau met Mathmatch

Question 1: (1 point)

Fill in the blanks:

Bepaal de oplossing x van de vergelijking $-\frac{3}{4}x - \frac{1}{5} = \frac{9}{7}x - \frac{7}{5}$. $x =$ _____

Question 2: (1 point)[5.17] Ontbind de volgende uitdrukkingen in factoren: $81a^2 - 64b^2$.

Question 3: (1 point)

Het aantal oplossingen van het volgende stelsel vergelijkingen

$$\begin{cases} x - 2y - z = 0 \\ x - 5z = 2 \\ 2x - 3y - 4z = 3 \end{cases}$$

is gelijk aan

- (a) oneindig
- (b) 1
- (c) 0

Question 4: (1 point)

Breng onder één noemer, vereenvoudig en werk vervolgens alle haakjes uit:

$$\frac{3}{p+1} + \frac{3}{p-1}$$

Question 5: (1 point)

Schrijf $\sqrt{\frac{23}{17}}$ in standaardvorm, dat wil zeggen in de vorm $a\sqrt{b}$ waarbij a een geheel getal is en \sqrt{b} een onverenigbare wortel is.

Question 6: (1 point)

[5.31-5.32] Werk de haakjes uit: $(3r^5 + 80s^3)(3r^5 - 80s^3)$.

Question 7: (1 point)

Werk de haakjes uit in $(3q^2 - 1)(-q^2 + 5q + 4)$.

Question 8: (1 point)

Bepaal alle oplossingen x van de vergelijking $\frac{1}{3}x^2 - \frac{4}{3}x + \frac{1}{2} = 0$.

Belangrijk: lees de instructie hieronder, alsmede de Hint!

Question 9: (1 point)

Schrijf $\frac{1}{8\sqrt[4]{128}}$ als macht van 2.

Question 10: (1 point)

Breng onder één noemer, vereenvoudig en werk vervolgens alle haakjes uit:

$$\frac{x - 2y}{-4x^2 - y} + \frac{x + 4y}{-4x^2 + y}$$

Question 11: (1 point)

Gegeven is de vergelijking $x^2 - 11x + 9 = 0$.

(a) Fill in the blanks:

Bepaal getallen a en b zodat de gegeven vergelijking equivalent is met

de vergelijking $(x + a)^2 = b$.

Als een getal een breuk is, dan dient u die eerst te vereenvoudigen.

Gebruik *geen* haakjes in uw antwoord.

$a = \underline{\quad}$, $b = \underline{\quad}$.

(b) Bepaal alle oplossingen van de gegeven vergelijking.

Belangrijk: lees de instructie hieronder, alsmede de Hint!

Question 12: (1 point)

(i) De ongelijkheid $-\frac{4}{3}x + \frac{1}{3} \leq -\frac{5}{6}x - \frac{5}{7}$ kan in de volgende gedaante geschreven worden

(a) $x > a$

(b) $x \geq a$

(c) $x < a$

(d) $x \leq a$

(ii) met $a =$

Question 13: (1 point)

Los het volgende stelsel vergelijkingen op:

$$\begin{cases} -4x - 8y = -3 \\ 5x + 9y = -2 \end{cases}$$

$x =$ _____ en $y =$ _____.

Question 14: (1 point)

Breng zo veel mogelijk factoren buiten haakjes in

$$6x^2(2y-2) + 3x(2y-2).$$



Bijlage 9.10 Huiswerk maken op de computer

Artikel van Grünefeld geplaatst in Nieuwsbrief nr. 11, Academie Lifescience, Engineering & Design, Saxion Hogeschool Enschede, december 2009.



Huiswerk maken op de computer

Sinds februari 2008 ben ik in het wiskundeonderwijs bij de opleiding elektrotechniek aan het experimenteren met het programma MapleTA.

Dit programma biedt mogelijkheden om huiswerk digitaal te laten maken en toetsen digitaal af te nemen, waarbij ook open vragen mogelijk zijn.

Het programma is web-based, dus studenten kunnen overal inloggen op de server.

De eerste ervaringen waren redelijk positief, al liepen de studenten in het begin nogal eens aan tegen storingen in de server van de host van het programma: CAN (Computer Algebra Nederland).

In het eerste kwartiel van dit schooljaar (september 2009) ben ik begonnen met AL het huiswerk voor de module Differentiaalvergelijkingen en Laplacetransformaties met dit programma te laten maken. De studenten kregen elke week een test, (steeds met verschillende getallen) waarvoor de score minimaal 80% moest bedragen. Elke student kreeg 4 keer de gelegenheid om deze score te halen (steeds met gelijksoortige vragen, maar wel verschillende getallen).

De studenten konden door het behalen van minstens 7 van de 8 tests een bonuspunt verdienen voor het schriftelijke tentamen.

De studenten vertellen dat ze door MapleTA veel meer geoefend hadden dan met gewoon schriftelijk huiswerk. Ze noemen ook het voordeel van onmiddellijke feedback van het programma. Ik merk dat ze zeer gespitst zijn op het vinden van het juiste antwoord, en het begrijpen waarom dat het juiste antwoord moest zijn. Ik ervaar ook dat de wekelijkse deadline als een stimulans werkt voor studenten om geregeld met de stof bezig te blijven. De hoge drempel (80% score) en de onverbiddeelijkheid van het programma hebben tot gevolg dat studenten secuurder worden en minder rekenfouten maken. Overigens is een bijstelling van de beoordeling achteraf, en individuele feedback door de docent altijd mogelijk.

Na de deadline bleef de test wel toegankelijk als oefenstof, en zelfs studenten die te laat waren en daarom niet meer voor een bonus in aanmerking kwamen, zijn op deze manier met het huiswerk bezig geweest, en hebben daardoor veel meer geoefend.

De toetsresultaten voor dit notoire struikelvak waren verbluffend. In voorgaande jaren was het percentage ONVOLDOENDES voor het schriftelijke tentamen steevast in de buurt van 60%.

Nu heb ik, met een volstrekt vergelijkbaar schriftelijk tentamen, 84% VOLDOENDES gehaald, en niet alleen dat: hoge tot zeer hoge cijfers. Het verdiende bonuspunt is vrijwel niet nodig geweest om tot een voldoende te komen.

Als minpunt werd genoemd, dat de server nogal eens kuren vertoonde, en soms erg traag reageerde.

Met ingang van kwartiel 2 hebben we op een eigen server van Saxion het programma draaiende, en na een wat hortend begin lijkt het erop, dat er stabiliteit in komt.

Het ontwerpen van vragen is veel werk, maar het nakijken wordt door MapleTA overgenomen, en dat is grote winst.

MapleTA is vooral erg handig om vragen te genereren met random parameters, en daarom zeer geschikt voor wiskunde. Maar ook andere onderwerpen kunnen met behulp van dit programma getoetst worden. Wouter Voortman is met behulp van studentassistenten bezig om het vak Stromingsleer binnen Werktuigbouwkunde in te richten met behulp van MapleTA.

Collega's die meer willen weten en misschien zelf willen experimenteren kunnen contact met me opnemen.

Anneke Grünefeld

